

FIKA

a Fizika InfoRmatika Kémia Alapok folyóirat
különszáma

Világhírű magyar természettudósok élete és munkássága

Ismeretterjesztő segédanyag
a középiskolai oktatásban

Kolozsvár
2024

Kiadó

Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság

Főszerkesztő

dr. KÁSA Zoltán

Felelős kiadó

dr. KÖLLŐ Gábor

Felelős szerkesztő

PROKOP Zoltán

Szerkesztették

dr. KÁSA Zoltán, MIHOLCSA Gyula,
dr. MAJDIK Kornélia, MÁTHÉ Márta
dr. KOVÁCS Lehel István

Levélcím

400750 Cluj, C. P. 1/140

Támogató

Magyar Kultúráért Alapítvány

Petőfi Kulturális Ügynökség
Nonprofit Zártkörűen Működő Részvénytársaság

Petőfi
Kulturális
Ügynökség



FIT/00087/2023

ISSN 1224-371X

Tartalomjegyzék

Előszó..... 5

Kása Zoltán

Neumann János, az informatika úttörője..... 7

Mibolcsa Gyula

Szilárd Leó, a marslakó 20

Majdik Kornélia

Fabinyi Rudolf,

a m. kir. Ferenc József Tudományegyetem kémia professzora..... 37

Máthé Márta

Eötvös Loránd (1848–1919) 54

Kovács Lehel István

Nemes Tihamér, a korát megelőző elme 68

Előszó

A múltat tiszteld a jelenben és tartsd a jövőnek.

Vörösmarty Mihály

A *FIRKA – Fizika Informatika Kémia Alapok* mint magyar nyelvű természettudományi középiskolai kiadvány 1991-től jelenik meg az EMT kiadásában.

Célja olyan információforrás teremtése, amely kiegészíti a tankönyvek anyagát, és segítséget nyújt diákoknak és tanároknak a természettudományok jobb megismeréséhez.

Jelen kiadványunk, a *Firka* különszáma, a világhírű magyar tudósok életét és munkásságát mutatja be, visszacsatolva a középiskolai tananyaghoz, hol és hogyan lehetséges felhasználásuk az iskolai oktatásban. A kötet hiánypótló, hiszen Erdélyben az iskolai tankönyvek nem tartalmazzák az ilyen típusú információkat.

Bár a magyar tudósokról számos életrajzi könyv és internetes anyag hozzáférhető, különszámunk újdonsága az, hogy az ismeretanyagot a középiskolai oktatás szempontjából ismerteti.

A világviszonylatban elismert tudósok kutatási eredményeinek egyszerű, könnyen érthető bemutatása, valamint tudósaink személyiségének, életének megismerése fontos példa lehet a tanuló ifjúság számára. Célunk ezzel a magyar oktatás minőségének javítása, a diákok általános ismereteinek bővítése, a középiskolai oktatás támogatása

Tudósaink emlékét őrizzük meg tisztelettel!

A szerzők

Neumann János, az informatika úttörője

Neumann János volt az egyetlen diákom, akitől féltem. Nagyon gyors volt. Egy szemináriumot tartottam haladó diákok számára Zürichben, amelyen Neumann is részt vett. Egy bizonyos tételhez érve megjegyeztem, hogy ez még nem bizonyított, és lehet, hogy nebéz a bizonyítása. Neumann nem szólt egy szót sem, de öt perc múlva jelentkezett. Amikor felszóltottam, akkor a táblához ment, és felírta a bizonyítást. Ettől kezdve féltem tőle.

Pólya György

Neumann János (nem magyar nyelvterületen: John von Neumann) a 20. század egyik legnagyobb matematikusa, polihisztor, aki jelentősen hozzájárult az elméleti és alkalmazott matematika (funkcionális analízis, statisztika, játékelmélet), a kvantumfizika, a közgazdaságtan és az informatika fejlődéséhez. Leginkább a digitális számítógép elvi alapjainak lefektetésével és az első számítógépek megvalósításában játszott szerepével vált ismertté.

Szerette a tudományos vitákat, szívesen segített másoknak tudományos tanácsokkal. Kiváló bizottsági elnöknek tartották, aki mindig tudta, hogy mikor kell halogatni és mikor kell sürgetni egy döntést. Kitűnően tudott együttműködni nemcsak tudományos szervezetekkel, de katonáival és vállalattal is.

Folyékonyan tudott magyarul, franciául, németül és angolul, de ismerte az olasz, jiddis, latin és ógörög nyelveket is. Valamilyen szinten a spanyollal is elboldogult. Az ókori görög történelmi könyveket már fiatalon eredeti görög nyelven olvasta. Ezek segítették abban, hogy kialakítsa az emberi természetről és a társadalomról alkotott nézeteit.



Neumann János



Családja

Neumann János 1903. december 28-án született Budapesten zsidó családba. A ház, amelyben laktak, ma a Bajcsy Zsilinszky út és Báthori utca sarkán található. Két emléktábla díszíti. Egyiket a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság (1987), a másikat pedig a Bolyai János Matematikai Társulat közösen az Amerikai Matematikai Társulattal (2003) állította. Apja, Neumann Miksa (1867–1929) hírneves ügyvéd és bankár volt, anyja Kann Margit (1881–1956). Két öccse volt: Mihály (1907–1989) (Michael J. Neumann néven Chicagóban volt mérnök) és Miklós (Nicholas Augustus Vonneuman néven Philadelphiában volt jogász).

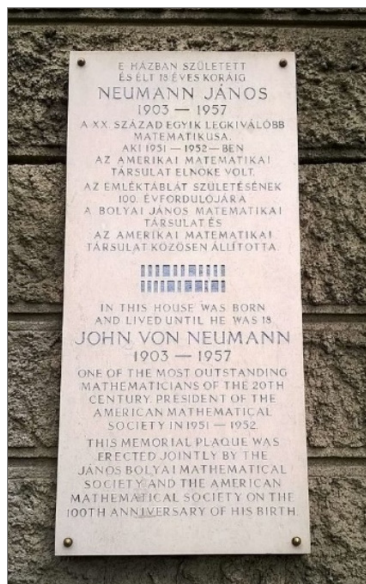
Apja 1913-ban nemességet kapott I. Ferenc József magyar királytól, aki egyben az Osztrák-Magyar Monarchia császára is volt, de nemességet magyar királyi minőségében adományozott azoknak, akik hathatósan segítettek az ország fejlődését. A nemesi cím előnévvel és címerrel járt. Az előnév megválasztásakor nem származásbeli vonatkozás alapján gondoltak a Bihar vármegyei Margittára, hanem minden bizonnyal azért, mert Neumann Miksa felesége Margit volt. Címerükben a három margaréta a három fiukra utal. Így lett Neumann János teljes neve *margittai Neumann János Lajos*. Ebből lett Németországban Johann Neumann von Margitta, később csak Johann von Neumann, és ebből Amerikában John von Neumann.

Neumann János 1929-ben megnősült, feleségül vette Kövesi Mariettát (1909–1992). Felesége családjának kérésére áttért a katolikus vallásra. 1935-ben megszületett Marina nevű lányuk, Neumann János egyetlen gyermeke. 1937-ben elváltak. Neumann János 1938-ban elvette Dán Klárát (1911–1963), akivel haláláig élt.



A családi címer, címerelemek és totemállatok¹ nyaralójuk egyik ablakán

¹ A totemállat valakinek a kedvenc állata, amely elképzelése szerint lelki kapcsolatban áll vele, és segíti szellemi fejlődésében. Itt Jánosé a kakas, Mihályé a nyúl, Miklósé pedig a cica.



*Emléktáblák a Neumann család lakóházán.
A második táblán középen 1903 és 1957 szerepel kettes számrendszerben.*

Iskolai tanulmányai

A budapesti híres Fasori Evangélikus Gimnáziumba járt 1913-tól kezdődően. Itt matematikatanára Rátz László² volt, aki megismertette egyetemi tanárokkal, mert úgy vélte, hogy a tehetséges Jánosnak több kell, mint amit az iskolában tanítanak. Fizikatanára Mikola Sándor³, aki szintén országosan elismert volt, azon kívül kiváló kutató is, aki később akadémikus lett.

Jánosról közismert volt, hogy elképesztő emlékezőtehetség és gyors fejszámoló volt, akit nem kellett tanítani, elég volt, ha beszéltek neki valamiről, gyorsan felfogta, és meg is oldotta a problémákat. Már gyerekkorában több nyelven beszélt és olvasott, ezek között latinul és ógörögül is. 1920-ban, érettségi előtt egy évvel, elnyerte „az ország legjobb matematikus diákja” kitüntetését.

² Rátz László (1863–1930) a budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium matematika szakos leendő tanára.

³ Mikola Sándor (1871–1945) fizikus, a budapesti Fasori Evangélikus Gimnázium fizikatanára, a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja.



Egyetemi tanulmányai

Kedvenc tárgya a matematikai volt, de apja szerint a matematika nem biztos, hogy tisztas megélhetést biztosíthat, ezért a kémiát ajánlotta fiának. János nem tiltakozott, beiratkozott a kémiára és a matematikára is. Kémiát Berlinben, majd ipari kémiát Zürichben tanult, ahol vegyész-mérnöki diplomát szerzett 1926-ban. De ezzel párhuzamosan a budapesti tudományegyetemen matematikát tanult, amely mellé kísérleti fizikát és kémiát is választott. Itt analízisből Fejér Lipót⁴ tanította, aki már az 1905-ös Kolozsvárra kerülésekor világhírű matematikus volt. János tanulmányait 1925-ben fejezte be, és rá egy évre *summa cum laude* kitüntetéssel doktorált matematikából *Az általános halmazelmélet axiomatikus felépítése* című dolgozatával, Fejér Lipót irányításával. Először, Fekete Mihállyal⁵ közös tudományos cikke 1922-ben jelent meg.⁶

Amerikai pályafutása

A doktori cím megszerzése után Németországba ment, ahol a Göttingeni Egyetemen ösztöndíjasként David Hilbertnél dolgozott. 1930-ban meghívták vendégprofesszornak az Egyesült Államokba, a Princetoni Egyetemre, ahol hamarosan véglegesítették (1930–1931), majd az újonnan megnyílt Princetoni Institute for Advanced Studies professzora lett (1933–1955), ahol a világ legkiválóbb tudósai gyűltek össze. A második világháború idején bekapcsolódott a haditechnikai kutatásokba is. Rendszeresen járt Los Alamosba, ahol részt vett az első atombomba megépítésével kapcsolatos titkos programban. Az 1930-as évek végétől érdeklődése egyre inkább az alkalmazott matematikai problémák felé fordult. 1951 és 1953 között az Amerikai Matematikai Társaság elnöke volt. 1955-ben az öttagú Atomenergia Bizottság tagjává nevezték ki. Az atom- és hidrogénbombák kísérleti robbantásainál az ott keletkező lökéshullámok tanulmányozása során olyan bonyolult matematikai összefüggéseket fedezett fel, amelyek a klasszikus módszerekkel már nem voltak megoldhatók. Ekkor keltette fel érdeklődését a nagysebességű elektronikus számítógépek megvalósításának lehetősége.

⁴ Fejér Lipót (1880–1959) világhírű matematikus, a Magyar Tudományos Akadémia tagja, 1905 és 1910 között a kolozsvári egyetemen tanított.

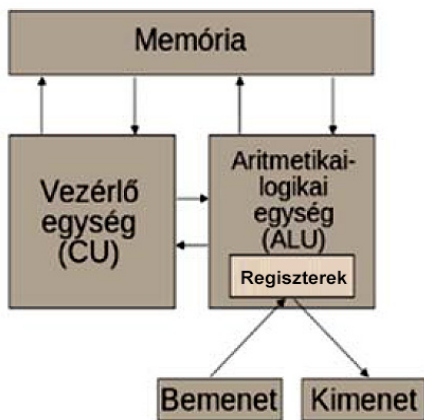
⁵ Fekete Mihály (1886–1957) magyar-izraeli matematikus, 1928-tól tanított Jeruzsálemben.

⁶ Fekete, M.; von Neumann, J. L., Über die Lage der Nullstellen gewisser Minimumpolynome. *Deutsche Math.-Ver.* 31(1922) 125–138. (magyarul: Bizonyos minimumpolinomok nulláinak helyzetéről)



Munkássága

Neumann János számítógéppel kapcsolatos munkássága szoros kapcsolatban van Hermann Goldstine⁷ tevékenységével. Goldstine a második világháború kitörésekor csatlakozott a hadsereghez, és főhadnagyként 1942-ben Aberdeenbe helyezték, ahol az volt a feladata, hogy tüzérségi számításokat végezzen. Felmerült egy elektronikus számoló eszköz készítése, amely később az ENIAC számítógép megépítéséhez vezetett. 1944 nyarán Goldstine találkozott Neumann Jánossal az aberdeeni vasútállomáson, akit csak látásból ismert, és miután bátorságot vett, és megszólította, Neumann kérésére elmesélte, hogy mivel foglalkozik. Neumannnak, aki akkor a Manhattan tervvel⁸ volt elfoglalva, nagyon megtetszett a számítógép-tervezés ötlete, és hamarosan csatlakozott a Los Alamosban dolgozó csapathoz, és 1946-



A számítógép funkcionális egységei

ség, különböző memóriák, bemeneti egység, kimeneti egység, s ami lényegesebb: a gép működését a tárolt program elvére kell alapozni. Az elvek között szerepel a program soros végrehajtása is, azaz az utasításokat egymás után, és nem párhuzamosan kell végrehajtani. Eleinte a gépben csak számokat tároltak, az utasításokat kívülről táplálták be. Ez elfogadható volt, amikor a gépek mechanikusak voltak, de nagyon lassította a gép működését, amikor már elektronikus elemekből épültek fel. Neumann János ötlete volt, hogy ha az

ban megírta a *First Draft of a Report on the EDVAC* című munkáját, amelyben megfogalmazta azokat az elveket, amelyek alapján működnek a mai számítógépek. A második világháború után Goldstine csatlakozott Neumannhoz, és átment a princetoni IAS-hoz (Institute for Advanced Study), ahol megalkották az IAS nevű számítógépet.

A Neumann-elvek (a kettes számrendszer alkalmazása, memória, programtárolás mikéntje, utasításrendszer stb.) szerint a számítógépnek öt alapvető funkcionális egységből kell állnia: aritmetikai-logikai egység, központi vezérlőegység,

⁷ Hermann Goldstine (1913–2004) amerikai matematikus és informatikus, az első elektronikus számítógép, az ENIAC tervező és megvalósító csoport tagja.

⁸ A második világháborúban az atomfegyver kifejlesztésére szolgáló kutatás-fejlesztési terv volt.



adatok mellett, a programot is a gép memóriájában tároljuk, akkor annak elindítása után a gép működési sebességét csak az elektronikus elemek határozzák meg. Így a sebesség többszörösére nőtt. Ez a tárolt program elve, amelyen alapszanak a mai számítógépek is.

Tanácsadóként fontos szerepe volt az EDVAC⁹ – az első olyan számítógép, amely a memóriájában tárolja a programot is – tervezésénél 1944-től, amelyet 1952-ben helyeztek üzembe.

Ekkor fejlesztette ki az elektronikus számítógépek belső szervezésének és működésének azon elveit, amelyek alapján készülnek és működnek a mai számítógépek is.

Neumann nevéhez fűződik az egyik leghatékonyabb rendezési algoritmus, az összefésülő rendezés (mergesort)¹⁰ is, amelyet már 1945-ben kidolgozott, de csak 1948-ban közölte részletesen.

Matematikai munkásságáról csak röviden írunk. A Wikipédia, rövid összefoglalásában ezt írja erről: *Tudományos pályafutása kezdetén behatóan foglalkozott kvantumelmélettel, a matematika alapjaival, halmazelmélettel és matematikai logikával. Tőle származik a halmazelmélet egzakt megalapozása. Jelentős eredményeket ért el az ergodelméletben, és kifejlesztette a „folytonos geometria” elméletét is. Az ő nevéhez fűződik a játékelmélet megteremtése (minimax elv, 1928), melyet Morgensternnel készített el. Az elméletet az USA nemzeti kártyajátéka, a póker elsajátítása, a játék általános elmélete alapján fogalmazták meg. A koreai háború idején például ennek az elméletnek a kiértékelése volt az oka, hogy az USA nem támadta meg Kínát. Szerkesztője volt a Princetonban megjelenő *Annals of Mathematics* és az *Amszterdamban* kiadott *Compositio Mathematica* című tudományos folyóiratoknak. Számos tudományos akadémia és társaság választotta tagjának, illetve díszdoktorának.*

Foglalkozott tudománypolitikai kérdésekkel, a tudományos és technikai fejlődés filozófiai és morális problémáival is. Ezzel kapcsolatban érdemes megemlíteni híres kérdését (*Túléljük-e a technikát?*), valamint híres mondását (*A fejlődés ellen nincs orvosság!*)

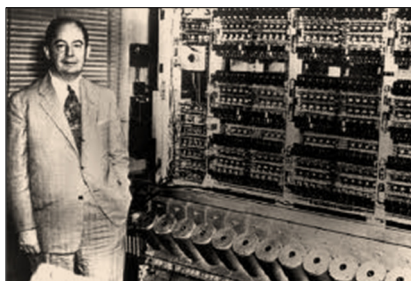
*...ki téged csak egyszer is működni látott
az bevallani még önmagának sem igen meri
hogy van benned valami
emberfölötti módon emberi.*

Anavi Ádám (1909–2009):
Etika és kibernetika

⁹ EDVAC (**E**lectronic **D**iscrete **V**ariable **A**utomatic **C**omputer) volt az első, belső programvezérlésű, elektronikus, digitális, univerzális számítógép. Ugyanezen terv alapján készült el Angliában az EDSAC (**E**lectronic **D**elay **S**torage **A**utomatic **C**alculator) majdnem ugyanazon időben (egyesek szerint hamarabb).

¹⁰ Az összefésüléses és a kupacrendezés a két leghatékonyabb rendezési algoritmus.





Neumann János
az LAS¹¹ számítógép előtt



Társalgásra készen

Már betegen írta meg *A számítógép és az agy*¹² című könyvét, amelyet felesége, Dán Klára rendezett sajtó alá. Ezzel is meghaladta korát. Egy 1948-as konferencián előadást tartott az automaták elméletéről, majd az előadás utáni vitában megkérdezték, hogy *Lehet-e olyan számítógépeket tervezni, amelyek, ha – például egy légitámadás vagy valami hasonló során – megsérülnek, pótolni tudják egyes alkatrészeiket, vagy saját magukat karban tudják tartani és folytatni a munkát?*¹³

Neumann válasza: *Ezek inkább kvantitatív, mint kvalitatív kérdések. Kétségtelen, hogy lehet olyan gépeket tervezni, amelyek – alkalmas feltételek mellett – önmagukat kijavítják. A kérdés gyakorlati megvitatását azonban megnehezíti egy szerintem inkább esetleges körülmény. Ez pedig az, hogy láthatóan sokkal kevésbé stabilis anyagokkal dolgozunk, mint a természet. A fém láthatólag stabilabb, mint az élő szervezet: de ha az élő szövet megsérül, megvan a törekvése a regenerálódásra, míg ipari anyagainknak nincs meg ez a tendenciájuk, vagy legalábbis sokkal kisebb mértékben. Nem hiszem azonban, hogy itt ehvi kérdésről van szó. Ez a tény mindössze technológiánk jelenlegi tökéletlen állapotát tükrözi – ez az állapot azonban a jövőben javulni fog.* Mintha ez eszünkbe juttatná a ma oly divatos mesterséges intelligenciát, amely talán, a Neumann agyában csirájában már megvolt.

¹¹ A princetoni Institute for Advanced Study első elektronikus számítógépe Neumann irányításával készült 1946 és 1951 között.

¹² A *The Computer and the Brain* (Yale University Press, 1958) magyarul *A számítógép és az agy* (Gondolat Kiadó, Budapest, 1964) címmel jelent meg. Eleinte a computer szót számítógépnek fordították, csak később jelent meg a számítógép elnevezés. Ma számítógépnek csak az egyszerű műveleteket végző gépet (szerkezetet) nevezünk. Anekdotaként terjed, hogy a számítógép elnevezést a mérnökök javasolták, de a matematikusok sokáig ellenezték, mondván, hogy „a repülőgép sem repítógép”.

¹³ Az automaták általános és logikai elmélete, in: *Neumann János válogatott írásai*, Typotex, Budapest, 2003, 156–227. o.



Betegsége és halála

1955 nyarán csonttráktól diagnosztizáltak nála, talán a Los Alamos-i atomkísérletekben való részvétel következményeként. Rövidesen tolószékbe kényszerült, és 1956 tavaszától már kórházban töltötte élete hátralévő hónapjait. Mindent elkövetett, hogy szellemi képességének romlását lassítsa. Lányát arra kérte, hogy adjon neki számolási feladatokat, hogy ellenőrizhesse az egykor oly híres fejszámolási készségét. Amikor 1929-ben megnősült, felesége szülei kérésére felvette a katolikus vallást, de nem volt gyakorló hívő ember. Amikor érezte, hogy közeleg a vég, az volt a kérése, hogy szerezzenek egy okos papot, akivel elbeszélgethet vallásról, hitről, életről, halálról. Ez meg is történt, Anselm Strittmatter bencés atya többször meglátogatta, és hosszasan beszélgettek. Ezek után Neumann azt mondta, hogy hívő katolikusként élni minden bizonnyal nagyon nehéz, de meghalni nagyon könnyű. Kórházi szobája egyik sarkában meghúzódva, mindig jelent volt egy katona, mert a hatóság félt attól, hogy a fájdalomcsillapításra használt gyógyszerek hatására esetleg katonai titkokat mond el. 1957. február 8-án hunyt el 53 évesen a 20. század egyik legnagyobb tudósaként.

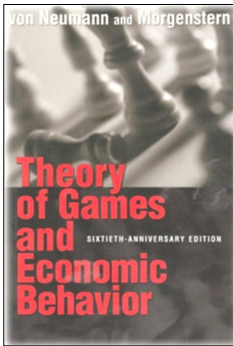


*A már nagybeteg Neumann-nak
Eisenhower elnök átadja a Medal of Freedom kitüntetést*

A *Számológép és az agy* című könyvén a kórházban is dolgozott, de már nem tudta befejezni. Szerencsére, második feleségének, Dán Klárának, sikerült kiadásra megszerkesztenie. Dán Klára szakmabeli volt, ugyanis programozóként dolgozott, és joggal nevezhetjük a számítógép-programozás egyik úttörőjének. Neumann János halála nagyon megviselte, és hiába menekült egy újabb házasságba (a negyedikbe), 1963-ban tisztázatlan körülmények között elhunyt. Autójával a tengerpartra hajtott, és besétált a tengerbe, ahol megfulladt. A hatóságok öngyilkosságot állapítottak meg.



Második feleségével és Imverz nevű kutyájukkal



Neumann János néhány könyve

Emlékezete

Több híres díj viseli a nevét, ezek közül megemlíjtük a következőket: IEEE¹⁴ John von Neumann Medal és John von Neumann Theory Prize. A *Financial Times* 1999-ben az évszázad emberének választotta Neumann Jánost.

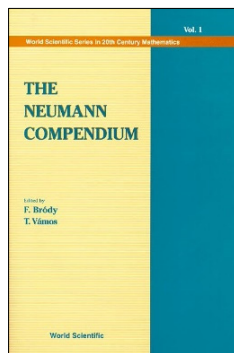
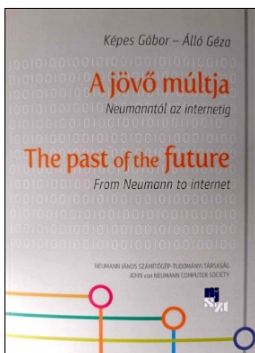
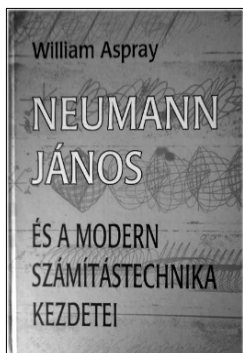
Több társaság, egyetem, egyetemi kar viseli a nevét: Neumann János Számítógép-tudományi Társaság (Budapest), Neumann János emlékének legfőbb ör-

¹⁴ Az IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) a világ legnagyobb műszaki professzionális szervezete, amely a technológia fejlesztésével foglalkozik.



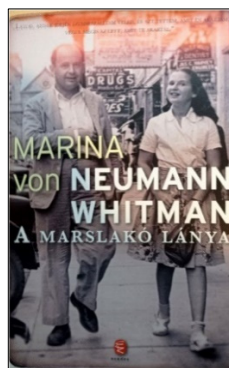
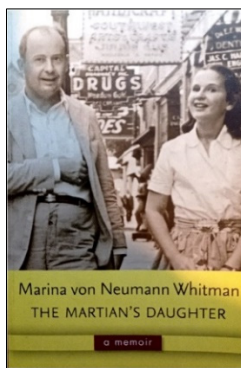
zöje; Neumann János Egyetem (Kecskemét); Óbudai Egyetem Neumann János Informatikai Kara (Budapest).

Nevét holdkráter őrzi, és róla nevezték el a (22824) von Neumann kisbolygót. Magyarország több városában utcát, iskolát, gimnáziumot, szakgimnáziumot stb. neveztek el róla. A berlini Humboldt Egyetem Számítástechnikai és Matematikai Intézete a Johann von Neumann-házban található.



Könyvek Neumann Jánosról

Lánya, Marina von Neumann Whitman (1935), közgazdász, egyetemi tanár, Richard Nixon¹⁵ elnök tanácsadója, könyvet írt apjáról (2012), amelyet magyarra is lefordítottak (2016).



*Marina von Neumann Whitman (1935–)
és apjáról írott könyve angolul és magyar fordításban*

¹⁵ Richard Nixon (1913–1994) az Amerikai Egyesült Államok 37. elnöke 1969 és 1974 között.

Anekdoták Neumann Jánosról

Neumann Jánosnak nagyon jó memóriája volt már gyerekkorában is. Gyorsan tudott fejben számolni. Egyszer, amikor anyja fáradtan leült egy fotelbe, és elrévedezett, a kis János megkérdezte:

– Anya, mit számolsz?

*

Egyszer Pincetonban fiatal kollégáival egy probléma megoldásán dolgoztak. Este Neumann azt ajánlotta, hogy másnap reggel néhány konkrét feladat megoldásával kezdjék, hátha az segít majd az általános megoldásban is. Az egyik fiatal kolléga nem tudott aludni, ezért egy mechanikus kézi számológéppel az éjszaka nagy részét számolással töltötte. Reggel azonban ezt nem merte megmondani, hanem szótlánul ült, miközben Neumann nagy lendülettel elkezdett fejben számolni. Az első négy példát gyorsan megoldotta, az ötödik azonban már nehezebbnek bizonyult, tovább tartott. A fiatal kolléga nem bírta ki, és egyszer bemondta az eredményt. Ez Neumannt láthatóan megzavarta, de tovább számolt. Amikor azonban ugyanazt az eredményt kapta ő is, elvörösödött, felugrott és szó nélkül elrohant. A kollégái nem tudták mire vélni a dolgot, de valaki megpendítette, lehet, hogy azért sértődött meg, mert azt hitte, hogy a fiatal kollégája gyorsabban számol fejben, mint ő. Ezután megkeresték Neumannt, elmondták neki az éjjeli számításokat, miután Neumann megnyugodott, és folytatták a kutatási megbeszélést.

*

Wigner Jenő egyszer egy társaságban azt a, ma már közismert feladatot mondta el Neumannnak, hogy két, egymástól 120 km-re levő vonat elindul egymás felé óránként 60 km-es egyenletes sebességgel. A két mozdony között egy légy 80 km/óra sebességgel röpköd oda és vissza, ameddig a vonatok találkoznak. Hány kilométert repült a légy összesen? Neumann rövid gondolkodás után rávágta:

– 80.

– Szóval ismerted a trükköt! – reagált Wigner. (A trükk az, hogy a vonatok egy óra múlva találkoztak, a légy eközben egyfolytában repült, tehát pont egy órát, és ennek megfelelően 80 km-t tett meg.)

– Milyen trükköt? – kérdezte csodálkozva Neumann. Egyszerűen összegeztem egy végtelen sort (i. a légy által megtett egyre rövidülő útszakaszokat).

*

Pólya György¹⁶ idézete a cikk elején, más forrásban így hangzik: Pólya mesélte, hogy egyszer Neumann egy előadás szünetében odament hozzá, és be-

¹⁶ Pólya György (1887–1985) híres matematikus és fizikus, a matematika oktatása megreformálásának egyik legnagyobb ösztönzője. Több, a matematika tanításával kapcsolatos könyvet írt.



mutatott egy néhány soros bizonyítást Pólya egy hosszadalmas bizonyítása helyett. Azután Pólya minden előadáson szétnézett, és ha nem látta Neumannt nyugodt órát tartott, de ha ott volt, akkor az egész előadás alatt a „frász törte ki”, hogy mikor áll elő egy egyszerűbb bizonyítással.

*

Neumann szeretett autózni, de nem volt túl jó vezető, több kisebb balesete volt. Egyiket így mesélte el:

– Mentem az autóval az úton, kétoldalt a fák egyenletes sebességgel haladtak el mellettem, egyszer az egyik elem került.

*

Enrico Fermi¹⁷ arról elmélkedett egyszer, hogy ha vannak földönkívüli értelmes lények, márpedig miért ne lennének, akkor miért nem látogatják meg ezt a szép bolygót, a Földet.

– Hol vannak a marslakók? – kérdezte. Erre Szilárd Leó¹⁸ állítólag azt válaszolta, hogy: Itt vannak közöttünk, csak magyaroknak hívják magukat!

Később aztán többféle érvet találtak arra, hogy az Amerikában dolgozó magyar tudósok marslakók. A legfőbb érvek között szerepeltek, hogy rendkívül értelmesek, akcentussal beszélnek az angolt, mindannyian ugyanonnan (Budapestről) kerültek Amerikába. Így lett Neumann is marslakó, lánya pedig *A marslakó lánya* címmel írt életrajzi könyvet. Az öt marslakó közül azt mondták, hogy Teller Ede volt az igazi marslakó, mert neki a monogramja is E.T. volt (Edward Teller = ExtraTerrestrial). Különböző nemcsak tudósok, hanem például magyar filmesek is jelentős szerephez jutottak Amerikában. Innen származik az a mondás, hogy Amerikában onnan lehet megismerni a magyart, hogy a forgóajtónál utolsónak megy be, és elsőnek jön ki. Persze, ha az ember tudta magáról, hogy nem rendkívüli tehetség, akkor érdemes volt letagadnia a magyarságát, különben túl sokat vártak el tőle. Korda Sándor¹⁹ filmrendező, amikor Amerikában dolgozott, annyi magyar zaklatta álláskereséssel, hogy kénytelen volt kiíratni az ajtajára, hogy: *Nem elég magyarnak lenni, tehetség is kell.*

*

Úgy beszélnek, hogy amikor Szilárd Leót megkérdezték egyszer, hogy mi lehet az oka annak, hogy a század elején annyi zseni született Magyarországon, akkor Szilárd egy pillanatra meghökkent, majd csodálkozva visszakérdezett: *Hogyhogy annyi zseni? Zseni közöttünk csak egy volt: Neumann János!* Neumann viszont ugyanerre a kérdésre másképpen válaszolt. Egyszer, amikor Amerikában azt kérdezték tőle, hogy mi a titka annak, hogy a Budapesten az 1900-as évek elején tanult emberekből olyan sok híres tudós lett, azt válaszolta:

¹⁷ Enrico Fermi (1901–1954) olasz Nobel-díjas atomfizikus.

¹⁸ Szilárd Leó (1898–1964) magyar származású amerikai atomfizikus, a láncreakció megvalósíthatóságának első felismerője.

¹⁹ Korda Sándor (Sir Alexander Korda) (1893–1956) magyar származású filmrendező és producer, Kolozsváron kezdte, majd Berlinben és Hollywoodban is rendezett, később a brit filmipar egyik meghatározó alakja és a London Films brit filmstúdió alapítója volt.



– Az oktatás olyan volt, hogy amit kértek, azt könnyűszerrel megtanultuk, és volt időnk gondolkodni.

*

Állítólag Neumann mindig rosszul ejtette az „egész szám” jelentésű „integer” angol szót: „intíger”-nek a helyes „intidzser” helyett. Egyszer mondta jól, de akkor is rögtön „kijavította” a helytelenre.

Neumann János helye az iskolai oktatásban

Nálunk ma már minden iskolában tanítanak valamilyen szinten informatikát, ha mást nem, akkor a számítógép használatának alapismereteit. De az okos telefonokban is ott van elrejtve egy számítógép. Ha a gép szerkezetéről van szó vagy programozásról bármilyen szinten, a tanár tud mesélni Neumann Jánosról, hisz ő nagyban hozzájárult a mai kényelmes életünkhöz. Kevéssel halála előtt is foglalkoztatta az a gondolat, hogy munkássága folytán eleget tett-e az emberiségért. Ma bizony állíthatjuk, hogy nagyon sokat tett értünk. Emlékezzünk rá mindig, és emlékeztessünk másokat is erre, megragadva minden alkalmat, amely valamilyen módon kapcsolódik a tevékenységéhez. Meséljünk róla akár anekdotákat is!

Könyvészet

- Szabó Péter Gábor: Neumann János életútja és munkássága (2003. március 21-én az egri Neumann János Közgazdasági Szakközépiskola és Gimnáziumban tartott előadásnak a lejegyzett változata.)
<https://www.uni-miskolc.hu/evml/database/downloads/neumann.pdf>
- Neumann János, Wikipédia, https://hu.wikipedia.org/wiki/Neumann_János
- Herman H. Goldstine: *A számítógép Pascaltól Neumannig*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1. kiadás 1987, 2. kiadás, 2003.

Kása Zoltán

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar
e-mail: kasa@ms.sapientia.ro



Szilárd Leó, a marslakó

Az emberiségre az egyik legnagyobb hatást gyakorló tudományág az atomfizika. Talán ez nem is annyira meglepő, hiszen az atombomba képes véglegesen elpusztítani az emberiséget.



Szilárd Leó

Az atombomba története 1789-ben kezdődött, amikor Martin Heinrich Klaproth berlini patikus egy új elemet fedezett fel, amit a hat évvel korábban felfedezett Uránusz bolygó tiszteletére „uránium”-nak nevezett el. Jó 100 év múlva, 1896-ban Henri Becquerel, francia fizikus felfedezte, hogy az uránium egy különös, mindenre átható sugárzást bocsát ki (az „első”, azaz „alfa” sugárzás). Majd kimutatta, hogy ezek a sugarak az uránium belsejéből jönnek, és nagyon nagy az energiájuk. Az addig oszthatatlannak tekintett atomnak tehát van belső szerkezete!

Az atom belső szerkezetét Ernst Rutherford, Nobel-díjas angol fizikus fejtette meg 1909-ben, és tulajdonképpen ez indította el az atomkor kezdetét. Miből van az atom, amely ilyen nagy energiájú sugárzást képes kibocsátani? Rutherford az alfa sugárzást ráirányította egy vékony aranylemeze¹, és azt vette észre, hogy a legtöbb alfa részecske átment a vékony aranylemezen, de néhány visszapattant. *Majdnem hibetetlen volt, mintha egy 15 hüvelykes ágyúgolyóval egy darab selyempapírra tűzelnél, és a golyó visszapattan, és megüt téged!* – csodálkozott el a fizikus. Ebből hamar rájött, hogy az atomnak kell legyen egy nagyon kicsi, de annál keményebb része, az „atommag”. E körül keringenek az elektronok. Így fény derült arra, hogy az alfa sugarak az atommagból származnak, tehát annak az energiáját hozzák ki.

¹ Akkoriban aranyból tudták előállítani a legvékonyabb fémlemezt.

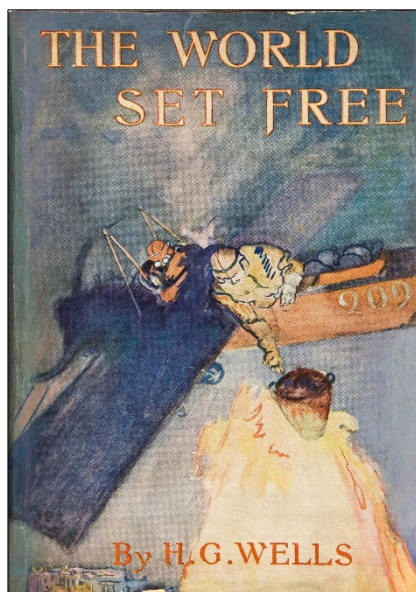


Az atommag és az alfa sugárzás felfedezése annyira fantasztikus dolog volt, hogy megihlette az írók fantáziáját is. Herbert George Wells elolvasta Rutherford egyik munkatársa könyvét, és írt belőle egy regényt, ami 1914-ben jelent meg *A felszabadult világ* címmel.

Ebben látványosan előrejelezte az atomkor legfontosabb felfedezéseit. A könyvben Wells kifejezetten az *atombomba* szavakat használta, már 1914-ben. Szilárd Leó: *Én ezt a könyvet 1932-ben olvastam, de akkor nem tett rám különösebb benyomást – legalábbis akkor úgy gondoltam.* De egy 1960-as TV interjúban elmesélte, hogy a láncreakció feltalálásakor a könyvben leírt atomháború járt az eszében, amelyben London, Chicago, Párizs és több más város elpusztult. Szilárd Leó a láncreakciós ötletével lehetségessé tette H. G. Wells fikcióját. Egy teljesen újfajta energiaforrást fedezett fel: az atomenergiát.

Húsz évig kísérleteztek a fizikusok az atommagból kisugárzott alfa részecskékkel, amelyekkel különféle más atomokat bombáztak, és figyelték, hogy mi történik. 1932-ben megszülettek a részecskegyorsítók, amelyekkel mesterségesen sokkal jobban fel tudták gyorsítani a lövedékeket, például a protonokat, mint amennyi energiájuk volt az alfa részecskéknek. Ezekkel újabb magreakciókat idéztek elő, újabb Nobel-díjakat osztottak ezekért. És mindegyik magreakcióban rengeteg energia szabadult fel atomonként, sokkal több, mint az addig megszokott vegyi reakciókban, mint például az égésben, a puskapor vagy akár a dinamit robbanásakor. Ezt atomenergiának nevezték, ami nyilván csakis az atommagból származhatott. Azonban Rutherford számára nyilvánvaló volt, hogy ilyen módon nem lehet nagy mennyiségben energiát termelni, azért, mert a bombázó protonokat fel kell gyorsítani, és az ehhez szükséges energia jóval nagyobb, mint amennyi atomenergia felszabadul a reakcióban.

Viszont 1932-ben egy új lehetőség nyílt az atomfizikusok számára: James Chadwick, angol fizikus felfedezte a neutron. Rájöttek, hogy az atommagban nem proton és elektron, hanem proton és neutron van. Sőt, ezzel könnyű volt atomokat bombázni, mivel elektromosan semleges, a pozitív atommag nem taszítja el, hanem



H. G. WELLS könyve első amerikai kiadásának borítója (Wikipédia)

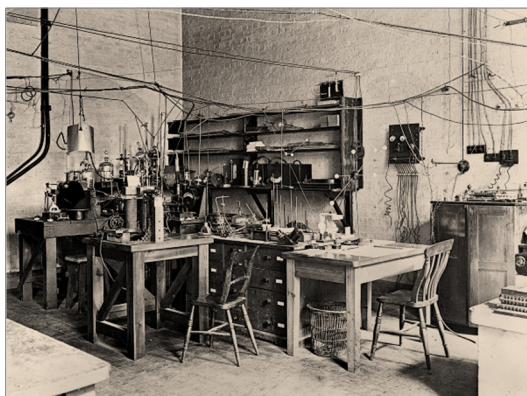


könnyen behatol abba, és még gyorsítani sem kell. Új kísérleteket kezdtek el. Németországban Friedrich von Weiszacker, Franciaországban Frédéric Joliot Curie, Olaszországban Enrico Fermi irányításával zajlott a nukleáris kutatás. Fermiék rendszeresen sorba vettek minden elemet, amihez csak hozzá tudtak jutni, bombázták őket neutronokkal, és vizsgálták, hogy mi történik.

Csak hogy Ernst Rutherford nem hitte, hogy akár a neutronnal is nagyon sok atomból egyszerre fel lehet szabadítani a bennük rejlő atomenergiát, hogy valamire fel lehessen használni azt: *Egy atom felbomlásában keletkező energia igen csekély mértékű. Bárki, aki energiaforrást remél az atomok átalakulásából, az holdkóros, aki butaságokat beszél.*

Akadtt egy fiatal fizikus, aki feltette magának a kérdést: hogyan lehetne mégis felszabadítani nagy mennyiségben az atomokban rejlő energiát?

1933-ban vagyunk, London belvárosában, a Southampton Row-on. Itt ballagott Szilárd Leó, amikor megállította egy átkelőnél egy piros lámpa. Saját állítása szerint, amikor a lámpa zöldre váltott, akkor ötlött eszébe, hogyan lehet felszabadítani rengeteg atomnak az energiáját egyszerre: láncreakcióval! Ugyanis az nem véletlenszerűen néhány, hanem egyszerre rengeteg atomnak az energiáját szabadítja fel!



Sir Ernst Rutherford laboratóriuma (Wikipédia)

Szilárd Leó gyermekkora és családja

De ki is volt Szilárd Leó, ez a „holdkóros”, aki ellent mert mondani a Nobel-díjas Lord Ernst Rutherford atomtudósnak?

Szilárd Leóról az a hír járta, hogy a Marsról jött. A Manhattan terv idején, az amerikai atombomba elkészítése idején, többeknek feltűnt, hogy milyen sok kitűnő magyar tudós vesz részt ebben a bombafejlesztésben, és feltették azt a kérdést, hogy vajon, hogy lehet ez? Akkor valaki mondta, hogy ezek nem igazán magyarok, hanem marslakók, csak álcázásul beszélnek magyarul.

Leó dédapja 1800 táján Nagyfalun (Árva megyében, a mai Szlovákiában), a Kárpátok közt pásztorkodott. 1810-ben ott született fia, Spitz Sámuel, aki feleségül



vette a Tátrából jött Klopstock Leontinát. Német anyanyelvű fia, Spitz Lajos (Leó édesapja) Körmöcbányán járt iskolába, ott tanult meg magyarul. Húszévesen, 1880-ban beiratkozott a budapesti Műegyetemre, a Műegyetemen híd- és vasútépítésre szakosodott. Egy intelligens pesti leányt vett feleségül, Vidor Teklát. A Városliget közelében laktak, ahol a magyar arisztokrácia villái keveredtek újjgazdag polgári vállalkozók házaival. Ide született be Leó, 1898. február 11-én. Abból a már emancipált magyar-zsidó háttérből származott, amiből olyan sok kiváló tehetséges természettudós és író, művész élt Magyarországon a Monarchia utolsó 2-3 évtizedében. A Szilárd család kifejezetten jó polgári miliót biztosított ennek a fiúnak. 1902-től itt élte le gyerekkorát. 1900-ban Spitz Lajos (spitz: hegyes) nevét Szilárdra változtatta, így lett fia két éves korában Szilárd Leó.

Mindenkinek feltűnt a kisgyerek csillapíthatatlan kíváncsisága: szüntelen kérdezett, még idegeneket is. Így emlékszik vissza ezekre az évekre Szilárd Leó: „Ahogy ma látom, kutatónak születtem. Azt hiszem, a legtöbb gyerek kíváncsian kutakodó fejjel jön világra. Talán azért lettem tudós, mert valamilyen értelemben gyermek tudtam maradni.” Az őszinte kíváncsiságát kapcsolatban állt egy másik tulajdonságával. Lessing német költő szerint *Ha valaki udvarias próbál lenni, gyakran hazudnia kell.* Szilárd Leó inkább a becsületességet választotta.

Életrajzírója, William Lanouette ezt írja a gyerekekről: *A gondolatokat éppolyan ellenállhatatlanul csábítónak és kísértőnek találta, mint az édességeket. Mindkét szenvedély végigkísérte egész életén. Korai gyerekkorában felfedezte, milyen élvezet új dolgokat kitalálni. Csak le kell ülni és gondolkodni.* Ez például abban nyilvánult meg, hogy Leó nagyon szeretett új társasjátékokat kitalálni vagy régi játékok szabályait megváltoztatni.

1908 és 1916 között a budapesti VI. kerületi Kemény Zsigmond Főreálgymnáziumba járt. Ennek az iskolának volt akkor a legjobb kísérleti felszerelése, és Leó nagyon szerette a kísérleteket elvégezni. A fizikatanár segédje lett, ami könnyebb hozzáférést biztosított az eszközökhöz. Egyik gimnáziumi tanáruk azt mondta édesapjának: *Nézzé Szilárd úr, a maga kisebbik fia, Béla, kitűnő gyerek. De tízenhárom van belőle egy tucatban. Leó azonban igazán zseni.* 1916-ban le is érettségizett itt.

Az első világháború kellős közepében, a nagyváradi premontrei iskola fizikatanára, Károly Iréneusz József javaslatára a magyar Matematikai és Fizikai Társulat a matematika versenyek mellett fizikaversenyt is szervezett az iskolásoknak. A legelső fizikaversenyen Szilárd Leó első díjat nyert, Jendrassik Andrással, a Ganz gyár későbbi igazgatójával közösen.

1916 szeptemberében a Budapesti Műszaki Egyetemre iratkozott be, oda járt öccse, Szilárd Béla is.

Az egyetemet a világháború miatt félbe kellett szakítania. Az elején Szilárd Leó a fronton a tüzérségnél szolgált, de az influenzajárvány miatt gyakran betegeskedett, így tartalékos állományban töltötte a harcok idejét.



1919. december 25-én hajóra szállt, és végleg elhagyta Magyarországot. Berlinbe ment, ahol hamarosan beiratkozott a már akkor is híres Műegyetemre. Ott kiváló fizikus professzorok voltak, több Nobel-díjas tudós tanított (köztük Einstein is). Az 1920-as években Berlin volt az európai fizika fővárosa. Ekkor a mérnöki szakmáról átpártolt a fizikára. Max von Laue tanítványaként doktorált „cum laude”-val 1922-ben, és tanársegédje lett a fizika tanszéken.

Szilárd Leó tudományos munkássága

1926-ban írt egy igen érdekes cikket, amelyben kapcsolatba hozta a rendet teremtő emberi értelmet, mai kifejezéssel az információt, az entrópiával, azaz a rendezetlenség mértékével. A cikke arról szól, hogy hogyan idézhetünk elő entrópia-csökkenést emberi beavatkozással. Szilárd nemcsak kapcsolatba hozta az információt az entrópiával, hanem ennek alapján ki is számolta az információ mértékegységét, amit ma bitnek nevezünk. Ezzel az elméletével két évtizeddel előzte meg az információelmélet megszületését. Nem csoda, hogy a cikk igen nagy feltűnést keltett szakmai körökben, még Einstein érdeklődését is felkeltette az egyetemen.

Egy igen érdekes, egyfajta tisztelő barátság alakult ki közöttük. 1925 és 1933 között több mint harminc szabadalmat nyújtott be, nyolcat Einsteinnel közösen. 1927-ben Einsteinnel közösen szabadalmaztatta a *mozgó alkatrész nélküli hűtőrendszer*t, melynek nagy újdonsága az volt, hogy nem volt benne mozgó alkatrész. Így nem volt benne könnyen meghibásodható alkatrész, a kísérleti példányt gyártó cég 100 év garanciát is vállalt volna. Csakhogy a határfoka igen kicsi volt, ezért nem kezdték el a sorozatgyártást. 1929-ben a szabadalmaztatják a *ciklotron elvét*.

PATENT SPECIFICATION

344,881

Convention Date (Germany) : Dec. 8, 1928.
Application Date (in United Kingdom) : Dec. 3, 1929. No. 37,004 / 29.
Complete Accepted : March 3, 1931.

COMPLETE SPECIFICATION.

Pump, especially for Refrigerating Machines.

We, Prof. Dr. ALBERT EINSTEIN, of 5, Haberlandstrasse, Berlin, Germany, of Swiss Nationality, and Dr. LEO SZILARD, of 95, Prinz Regentenstrasse, Berlin-5 Wilmersdorf, Germany, of Hungarian Nationality, do hereby declare the nature of this invention and in what manner the same is to be performed, to be particularly described and ascertained in and by the following statement:—

Another important point is the low vapour pressure of the alkali metals, which ensures that the operative medium will not distil over into the parts of the apparatus where it might give rise to trouble.

The alkali metals, when pure, are not liquid at room temperature, so that, when they are used in a pure state, the apparatus must be kept at a higher temperature, a condition which also restricts the

Einstein és Szilárd angol szabadalma a hűtőgépre (GB344881A)



Gábor Dénes, Nobel-díjas fizikus, a holográfia megteremtője is nagyon jó barátja volt Szilárd Leónak a berlini években, így nyilatkozott Leóról: *Megszokta beszélni minden találmányát velem. Annyira tiszteltem őt, hogy sokszor ostobának éreztem magam a jelenlétében. Az összes nagy ember közül, akit életemben megismertem, meszesemenően az ő elméje volt a legragyogóbb.*

De Szilárd Leó sosem kapott Nobel-díjat. Ugyanis általában csak az ötletig ment el egy-egy kutatásban, de nem azért, mert nem tudta volna továbbvinni, hanem azért, mert úgy gondolta, hogy az ötleten túl már mások is meg tudják valósítani, és nem akart olyasmivel foglalkozni, amit mások is meg tudnak tenni. Mások meg is tették, és sorra kapták a Nobel-díjakat.

1933 elején, amikor Adolf Hitler átvette a hatalmat Németországban, megérezte a változó idők szelét, a veszélyt: *Bepakoltam két bőröndömet, hogy bármelyik pillanatban elbágyhassam az országot.* Elsősorban a papírjait, a tudományos kutatásának meg a tudományszervezésének a papírjait csomagolta össze. Amikor 1933. február 27-én felgyújtották a Reichstag-ot, minek következtében Hitler a teljes hatalmat kezébe vette, Szilárd rögtön tudta mit kell tennie. Felszállt a bécsi gyorsra, éppen az utolsó pillanatban, ugyanis a következő nappal kezdődően a zsidóellenes bojkott miatt nem engedték ki a zsidókat Németországból. Így gondolt vissza erre a szerencsés menekülésre: *Az embernek nem kell sokkal okosabbnak lennie a többinél, ha boldogulni akar az életben; az is elég, ha csak egy nappal megelőzi őket.* Másodszor is új hazát kellett választania.

Újabb hazája Anglia lett, ahol nemcsak fizikusi tevékenységgel foglalkozott (jelentős szabadalmak fűződnek a nevéhez ebből az időszakból is), hanem részt vett azokban a mentési akciókban, amelyek a Németországban rekedt jobbrészt zsidó, de nem csak zsidó tudósoknak a szabad földre juttatását célozták. Segített Sir William Beveridge-nek, a *Tudósokat Támogató Tanács* megalapításában és működtetésében, amely kimenekítésük után megélhetési lehetőséget is biztosított a tudósoknak Angliában. A szervezet ma is működik.

Az atomenergia felszabadításának az ötlete

A 30-as években felismerte azt, hogy a biológia lesz a tudomány legközelebbi frontvonala. A sors azonban közbeszólt. Idézzük Szilárd Leót: *1933 végén Londonba kerültem, és olcsó nyelvtanulási módszerként sokat olvastam angol újságokat. Egy reggel a lap a Brit Tudósegyesület éves közgyűléséről írt, ahol Lord Rutherford tartott beszédet. Idézték azt a kijelentését, hogy aki az atomenergia nagyméretű felszabadításáról beszél, az holdkóros.*

Rutherford tudta, hogy az atomokból rengeteg energia szabadulhat fel, de boldog volt, ha 1 vagy 2 atommag-átalakítást létre tudott hozni. Szilárdnak



nagyon megtetszett a cikkben, hogy milyen hatalmas energiákat rejt magában az atom, de azt nem tudta elfogadni, amit Rutherford írt, hogy azt az energiát nem lehet felszabadítani. És ekkor a marslakó otthagytta a biológiát, és az atomfizika felé fordult. *Az az ötletem támadt, hogy lehetségessé válnék egy láncreakció, ha találnánk egy elemet a 92 kémiai elem között² amelyet, ha eltalál egy neutron, az két neutront bocsátana ki.*

Szilárd Leó anélkül, hogy egy konkrét magreakcióra gondolt volna, azt tételte fel, hogy ha egy magreakcióban ugyanolyan részecske keletkezik, mint amelyik létrehozza a reakciót, akkor egy ilyen reakció önfenntartóvá válik. Tehát nem kell kívülről mi beavatkozzunk, mint a Rutherford kísérlete esetében, nem kell állandóan gyorsítani az atomokat bombázó protonokat, hanem a keletkezett részecske az létre is hozza a következő reakciót. Ha pedig legalább két neutron keletkezik, akkor a reakciók megsokszorozódnak (2-ből 4, 4-ből 8, 8-ből 16, és így tovább, exponenciális növekedéssel), így akkor makroszkopikus méreteket ölt a felszabaduló energia. Ez lenne a láncreakció. Ugyanúgy, mint a vegyi reakciók esetében: egy szál gyufával erdőtűzet lehet csinálni. A vegyszerek jól ismerték a láncreakció fogalmát: a reakcióban termelődött energia újabb reakciókat hoz létre, az ott keletkezett energia megint újabbakat, és így tovább. Szilárd Leó rájött, hogy a semleges neutronnal kell bombázni az atommagot, amely egyszerűen besétál az atommagba, és nem a pozitív töltésű alfa részecskével vagy esetleg protonokkal, amelyeket az ugyancsak pozitív atommagok eltaszítanak: *Ha elegendő mennyiséget halmozunk fel az ilyen anyagból, akkor olyan láncreakciót tudnánk megvalósítani, amelyben nagy mennyiségben szabadulna fel az atomenergia.* Ha a láncreakció egyszer beindul, akkor az igen rövid idő alatt végbe is megy. A másodperc milliomod része alatt milliárdnyi magreakció játszódik le, így az energiának rendkívül heves robbanás formájában kell felszabadulnia. Mint egy bomba. Az atomenergia esetében, atombomba. Felismerte a „kritikus tömeg” létét: ahhoz, hogy a keletkezett neutronok újabb atommagba ütközzenek, tehát újabb reakciót okozzanak, az anyagdarabnak elég nagynek kell lennie, különben a neutron kiszökik az anyagból, és a láncreakció leáll. Ez egy nagyon merész ötlet volt: az atomenergia felszabadításának az ötlete.

Szilárd Leó nem tudta, hogy milyen anyag alkalmas erre, de ebben a gondolatban benne volt a későbbi atombomba lehetősége is. Világosan látta, hogy Németországban a náci párt maga lett a német állam. És hogy a náci háborúra készültek. Ezért a láncreakció gondolatát szabadalmaztatta, de nem akarta, hogy a németek tudomást szerezzenek róla, ezért a szabadalmát titkosította, úgy, hogy a Brit Admirálisnál letétbe helyezte.

² Akkoriban 92 vegyi elemet ismertek.



Cambridge-ben, az atomkorszak elindítójától, Ernst Rutherfordtól kért lehetőséget, hogy a laboratóriumban kísérletileg megtalálja a neutron-kibocsátó elemet, ami a láncreakció alapanyagát képezné, ugyanis Rutherford volt a kor talán legnagyobb fizikusa, aki ehhez hozzá tudott volna szólni. Miután Szilárd elmondta neki ezt az ötletét, Rutherford a leírások szerint kidobta az irodájából, annyira fel volt háborodva, hogy ilyen lehetetlen ötlettel állt elő Szilárd. Teller Ede a következőkre emlékszik vissza: *1934 végén a nagy magfizikus, Rutherford előadását hallgattam, melyen szakértő közönség előtt vagy fél órán keresztül azt fejtegette, milyen bolond, aki a magenergia gyakorlati felhasználását javasolja. Egy héttel később Londonban Szilárd elmesélte nekem, hogyan dobták ki Rutherford hivatalából, amikor a magenergia gyakorlati felhasználását javasolta. Így aztán tudtam, kiről beszélt Rutherford.*

Szilárd Leó nem tudta meggyőzni kollégáit sem, Niels Bohrt vagy Enrico Fermi sem, hogy az atomenergia kiszabadítható az atomból, és gyakorlati célokra is felhasználható. A tekintélyes és Nobel-díjas fizikusok csak elnézően mosolyogtak a „marslakó” Szilárd „holdkóros” ötletén. Még Einstein sem hitt e lehetőségben. Ő is 1933-ban menekült el Németországból, de egyenesen Amerikába. 1935-ben először lépett fel nyilvánosan új hazájában egy tudományos konferencián. Einstein nem ismerte Szilárd láncreakciós ötletét, és a következőket mondta a riportereknek az atomok energiájának a felszabadításáról: *Majdnem teljesen biztos vagyok abban, hogy nem lesz lehetséges átalakítani anyagot energiává gyakorlati célokra. Ez olyasmi, mint sötétben madarakra lőni egy olyan országban, ahol csak néhány madár van.*

Évek múlva Wigner Jenő így jellemezte Szilárd Leót: *Hosszú életemben, amit tudósok között töltöttem el, soha nem találkoztam senkivel, akiben több lett volna a képzelet és az eredetiség, akinek a gondolkodása és a véleménye annyira önálló lett volna, mint Szilárd Leóé. Amikor ezt mondom, kérem, gondoljanak arra, hogy Albert Einsteint is jól ismertem.*

Leónak rögeszméje lett a láncreakció. Nem maradt hátra más, mint hogy munkahelyén, a Szent Bertalan kórházban kezdjen el kutatni, T. A. Chalmers angol kutatóval és Joseph Rotblat-tal. A kórház rádium sugárforrását használva próbálta megtalálni a láncreakcióra képes vegyi elemet. A berilliummal kísérletezett, de az végül nem bizonyult megfelelőnek.

De eközben talált egyebet: izotópok szétválasztásra kidolgoztak egy olyan megoldást, amelyet ma Szilárd-Chalmers módszernek neveznek. Az effektus lényege az, hogy ha egy atommag neutront nyel el, és nem hasad fel, akkor a keletkezett izotóp gammasugárzást bocsát ki, amely hátralöki magát az izotópot, mint az ágyúgolyó kilövése az ágyút. Így az izotóp kiszakad a kémiai kötésből, hatékonyan szétválasztható a többi atomtól, és összegyűjthető. Ez aztán nagyon fontos szerepet játszott később az urán felhasználásában, mert nem minden uránatom alkalmas az atombombára vagy az atomenergia felszabadítá-



sára. A *Nature* 1934 szeptemberi számában jelent meg Szilárd Leo és T. A. Chalmers cikke, ami egy új tudományág, a „forróatom-kémia” megszületését eredményezte. Ez volt az első módszer, amellyel külön lehetett választani mesterségesen létrehozott radioaktív izotópokat az eredeti atomoktól.

Szilárd Leo 1935-ben megkapta Angliában a menekültstátuszt, és attól kezdve Oxfordban, a Clarendon Laboratóriumban dolgozott, ahol folytatta magfizikai kutatásait. A harmincas évek Angliájában olyan híres tudósokkal tartott együtt előadást, mint Lise Meitner, Neumann János, vagy éppen egykori tanára, Erwin Schrödinger.

1937-ben részecskegyorsítót tervezett James Tuck angol fizikussal, a betatronnal, amellyel beta részecskéket, azaz elektronokat lehetett gyorsítani, hogy atommagokat bombázzanak velük. Előnye az volt, hogy a negatív elektront az atommag nem taszította el, hanem ellenkezőleg, vonzotta. A betatron végül Donald Kerst, amerikai fizikus építette meg 1940-ben.

Egy évvel a második világháború kitérője előtt átköltözött az Egyesült Államokba. Harmadszor változtatott hazát: *A gyökerek fontosabbak, mint a szárnyak. De ha nem verhetek gyökeret, szárnyakat fogok használni.*

Amerikában nagyon sok lehetősége kínálkozott. A Columbia Egyetemen alkalmazza őt Walter Zinn atomfizikus. A Pupin laboratóriumban lehetősége lett a láncreakció ötletét kivitelezni: végigpróbálni a vegyi elemeket, megtalálni a láncreakcióra alkalmasat. Hamarosan Enrico Fermi is megérkezett Amerikába³.

Az eltelt évek alatt senki sem talált olyan magreakciót, amelyben egy neutron kettőt szabadítana fel. Elkedvetlenedett, már-már lemondott a láncreakció létrehozó vegyi elem kereséséről. December 21-én levelet küldött a Brit Admirálisnak, melyben javasolta az 1934-ben beadott láncreakció szabadalma titkosságának a feloldását. De éppen ekkor hozta New Yorkba Niels Bohr fizikus a nagy hírt Európából: az urán atommag ketté tud hasadni!

Berlinben Otto Hahn kémikus – Rutherford korábbi munkatársa – és Fritz Strassmann neutronnal bombázták az urán atommagot. Furcsa módon, a magfizika addig ismert alaptörvényét megszegve, megjelent egy fele akkora atomtömegű vegyi elem, a bárium. Honnan? Ezt először Lisa Meitner és unokaöccse Otto Frisch⁴ értelmezték. Szerintük a bárium úgy jelenhetett meg, hogy az urán atommag kettőbe hasadt a neutron hatására! És ezután rengeteg energia szabadult fel, pontosan Einstein híres energia-képlete szerint: $E=mc^2$. Majd értesítették minderről Niels Bohrt, a nagy dán tudóst, aki éppen Amerikába hajózott egy konferenciára.

³ Amikor Fermi Stockholmban átvette a Nobel-díjat, kihasználta az alkalmat, és nem ment vissza Olaszországba, hanem családjával az Amerikai Egyesült Államokba emigrált.

⁴ Mindketten zsidó tudósok voltak, akik akkorra már elmenekült Németországból.



Amikor Szilárdhoz eljutott ez a hír, ő volt az első, aki rögtön tudta, hogy ez a felfedezés elvezethet a nukleáris láncreakcióhoz, ami pedig elvezethet az atombombához. De csak akkor, hogyha teljesül az 1934-es szabadalmában megfogalmazott feltétel: hogyha a neutron okozta reakció után felszabadul még legalább két neutron, ami továbbviszi a reakciót: kettőből 4, abból 8 maghasadás, és így tovább. A marslakó, aki Rutherford szerint holdkóros is, azzal az ötlettel állt elő, hogy az uránium maghasadásánál újabb neutron-kibocsátás is megtörténhet! Ha pedig a kibocsátott neutronok száma meghaladhatja az 1-et, akkor lehetséges lenne az energiatermelő láncreakció kialakulása.

Elkezdődött a versenyfutás: keletkeznek-e az uránium maghasadása után újabb neutronok? Mert ha igen, és több keletkezik, mint egy, akkor Szilárdnak igazza lesz: lehetséges a láncreakció, tehát az atombomba is. Ki találja meg hamarabb, hogy szabadul-e fel, és ha igen, akkor hány neutron szabadul fel egy maghasadáskor?

Fermi Chicagóban, a Curie házaspár Franciaországban, Hahn és Strassmann Németországban, Szilárdék pedig New Yorkban a Columbia egyetemen ismételték újból és újból az urán maghasadási kísérletet. Az eredmény az lett, amit már Szilárd megsejtett: igen, körülbelül két vagy három gyors neutron bocsátódik ki minden egyes maghasadásnál. Hasonló eredményre jutott Fermi Chicagóban, de tőlük függetlenül az európaiak is. Ezzel beigazolódott Szilárd sejtése, aki most már tudta: az uránium volt a hiányzó láncszem a láncreakció elméletében, az atom energiájának felszabadításában.

A sors fintora, hogy amikor Szilárd Leó 1938. december 21-én levelet írt a brit Admirálisnak, hogy feloldja a láncreakció szabadalmának a titkosítását, éppen aznap fedezték fel Hahnék a maghasadást.

Továbbá az is kiderült, hogy az uránércből csak a 235-ös uránium hasad, a 238-as uránium az elnyeli a neutron, és nem hasad szét, hanem átalakul, plutónium lesz belőle. Ezért csak az igen ritka, 235-ös uránium volt alkalmas a láncreakcióra. Sajnos Rutherford 1937-ben meghalt, nem láthatta, hogy mégis ki lehet csikarni az atomokból az energiát.

Az atombomba megvalósítása

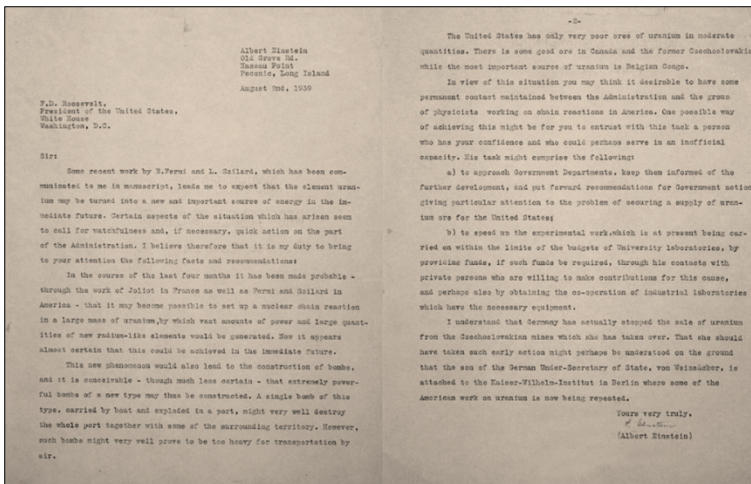
Szilárd mindig előrenézett, mindig foglalkozott azzal, hogy milyen következményei lehetnek egy felfedezésnek. Ebben az esetben tudta, hogy a nukleáris láncreakció az atombombához vezet. Ezért 1939 tavaszán javasolta, hogy a tudósok minden magfizikai kutatást titkosítsanak, ne publikáljanak. De a nukleáris láncreakció potenciális veszélyeit a fizikusok sem látták át mind. Nagy fizikusokkal is vitába kellett szállnia Szilárdnak. Ez is egy új, furcsa gondolat



volt, hogy tudományos eredményeket titkosítsanak, hiszen a tudomány az mindig egyetemes jellegű volt.

A jég megtört. Joliot-Curie-nak fontosabb volt a tudományos elsőbbség, és publikált. Így a keletkező neutronok felfedezésének híre 1939 júniusában napvilágot látott a *Nature* folyóiratban. A szellem kiszabadult a palackból. Marx György fizikus így fogalmazott: *1939 tavaszán elszabadult a lavina: felfedezték a maghasadást.*

1939 szeptemberében kirobbant a második világháború. Szilárd Leó tudta, hogy a németek nem hagyják ki az atombomba lehetőségét. Meggyőzte Albert Einstein, hogy használja fel hírnevét, és írjon levelet Franklin Rooseveltnak amerikai elnöknek, hogy Amerika is kezdjen el atombombát gyártani. Einstein feladta legendás pacifizmusát, és 1939. augusztus 2-án aláírta a levelet.



Einstein-Szilárd levele Rooseveltnak (Wikipédia)

Szilárd terve sikerrel jár: Roosevelt elnök létrehozta az *Urán Tanácsadó Bizottságot*, melynek tagjai voltak Szilárd Leó, Wigner Jenő és Teller Ede is. A bizottság katonatiszt tagjai viszont örülségnek tekintették, hogy ki nem próbált tudományos elmélet alapján bombát gyártanak. E hozzáállás nem volt teljesen alaptalan, ugyanis még senki sem látott ilyen láncreakciót. Létrejöhet-e egyáltalán a valóságban az, amit 1934-ben Szilárd Leó kitalált? És azt sem tudták, hogy a németek már szeptember 17-én megkezdték az atombomba programot. Végül a marslakók, akiket Weinberg a „chicagói magyar maffiának” nevezett, és akik kizártnak tartották, hogy a németek nem készítenek bombát, győztek:

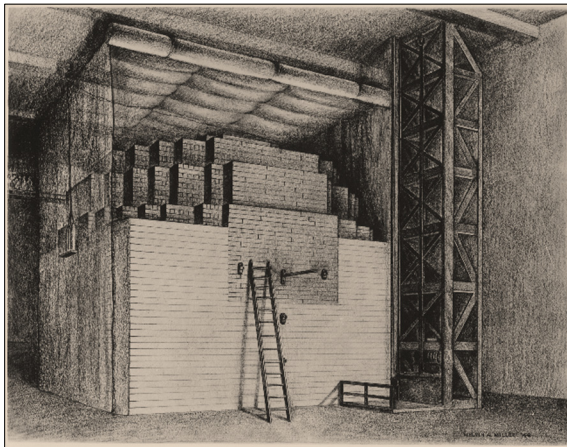


1940 novemberében a kormány szerződéses megbízást adott a Columbia Egyetemnek az atomenergia kifejlesztésére.

A háborús hírek nagy kapkodásában a katonai titkosszolgálat kiderítette, hogy Fermi olasz fasiszta, Szilárd pedig németpárti, ezért nem javasolták őket titkos munkára. Nem tudták, hogy az elvégzendő „titkos munka”, a láncreakció létrehozása éppen az ő fejükben született meg.

A titkos kutatóközpontot Chicagóban állították fel, „Metallurgiai Laboratórium” fedőnév alatt. Szilárd Leó volt tulajdonképpen a Met-lab vezető fizikusa. Ő nem vett részt a terv egy bizonyos részének a kivitelezésében, hanem számtalan ötlettel, javaslattal irányította, segítette a munkát. Előre látta a felbukkanó problémákat, és javaslatokat tett azok elkerülésére. Ezért „Generálisnak” becézték a munkatársai. A kémiai problémák megoldása Wigner Jenő, a matematikai számítások elvégzése Neumann János feladata volt. Vagyis, a marslakóké⁵.

A terv első lépése a láncreakció létrehozása volt, ellenőrzött körülmények között. Kísérletileg bizonyítani kellett, hogy az nemcsak Szilárd fantáziájában, hanem valóban létrejöhet, és fenntartható ellenőrzött körülmények között. Ezt a kísérleti felszerelést nevezték atomreaktornak, vagy atommáglyának. A *Chicago Pile-1* nevű atomreaktort a chicagói egyetemmel szemben levő amerikai futballstadion tribünje alatt építették meg. Vajon, felszabadul-



Az első atomreaktor, a Chicago-Pile 1942-ben, a Manhattan-terv része (Wikipédia)

e az atomenergia? Igaza van-e Szilárd Leónak? Ha rosszul számoltak, akkor be sem indul, vagy, esetleg felrobban az egész tribün, vagy ki tudja, az egész város.

A reaktor tulajdonképpen egy nagy tömeg, ami uránrudakból és grafitteglákból állt össze. Ugyanis az volt a probléma, hogy egy maghasadásból keletkezett neutronok túl gyorsak voltak, kirepültek az urándarabból. Le kellett őket lassítani, hogy azok újabb uránium atommagoknak ütközhessenek, újabb hasadást idézzenek.

⁵ Szilárd Leó, Neumann János, Teller Ede, Wigner Jenő, Kármán Tódor, Erdős Pál, Pólya György, Kemény János, Halmos Pál voltak a marslakók. Olykor más magyar tudósokat is annak neveztek, akik nem emigráltak Amerikába.



nek elő. Próbálkoztak lassítani a neutronokat vízzel (H₂O), de az inkább elnyelte a neutronokat; majd nehézvízzel (D₂O), ami jó lett volna, de azt lassú és igen költséges volt előállítani. Szilárd szénatomokat javasolt, azaz grafitot. De amikor kipróbálták, nem működött: a grafit nem csak lelassította, hanem el is nyelte a neutronokat, és a reakció leállt. Szilárd rájött, hogy nem a grafitval van a baj, hanem a benne levő szennyeződések nyelik el a neutronokat. Majd tiszta grafitot szerzett be. 1939 nyarán Fermi és Szilárd megtervezte grafitval az első nukleáris reaktort, a láncreakció tanulmányozására.

Tulajdonképpen a németek is próbálkoztak grafitval, de elvetették azt, ugyanis nem jöttek rá, amire Szilárd rájött, éspedig, hogy a szennyezés nyeli el a neutronokat. A Német Atomenergia Csoport a költséges és igen lassan előállítható nehézvizet választotta a neutronok lassítására. Emiatt maradtak le az atomprogrammal! Tulajdonképpen volt egy másik ok is, éspedig az, hogy Heisenberg – aki Németországban maradt – rosszul számította ki a kritikus tömeget⁶.

1942 júniusában a kormány eldöntötte: atombombát kell készíteni. Katonai vezetőjének Leslie Groves tábornokot nevezték ki, aki a Pentagon felépítését is levezette. 1942. december 2-án a titkos gyárakban előállított 235-ös uránmennyiség elérte a számítások által megkapott kritikus tömeget: 9 óra 45 perckor a chicagói atommáglya kezdett felmelegedni, szép lassan beindult a világ első, önfenntartó nukleáris láncreakciója!

Az olasz hajós partot ért. A bennszülöttek nagyon barátságosak voltak. Ez volt a kódolt telefonüzenet, ami a kísérlet sikerét jelentette be. Ez a sikeres kísérlet bebizonyította, hogy magbomlás által feltárt atomenergia előcsalogatható a láncreakció segítségével, pontosan úgy, ahogyan Szilárd elképzelte 10 évvel korábban. Enrico Fermi és Szilárd Leó később szabadalmat kapott az atomreaktorra.



Szilárd és Fermi reaktor szabadalma (benyújtva 1944-ben)

⁶ Heisenberg a háború után azt vallotta, hogy ezt tudatosan tette, hogy Hitlernek ne legyen atombombája.



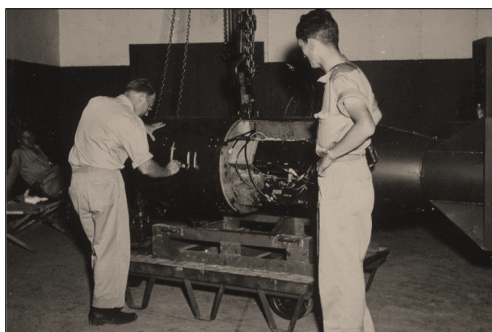
H.G. Wells 1914-ben megjósolta, hogy az atom belsejében szunnyadó energiát „indukált radioaktivitással” lehet előteremteni egy gépben: mai fogalmakkal, atomreaktorban. Csak annyiban tévedett, hogy ez nem az általa megjósolt 1953-ban, hanem már 1942-ben megtörtént.

A sikeres chicagói kísérlet után minden elméleti és gyakorlati kérdés pontra volt téve, a bombát már csak el kellett készíteni. Robert Oppenheimer, az atombombát gyártó Manhattan titkos terv szakmai vezetője 1944-ben titkos laboratóriumot jelölt ki az új-mexikói Los Alamosban, hogy elkészítsék az első atombombát.

Ekkor Szilárd megint néhány lépéssel a többiek előtt járt, ugyanis rájött arra, hogy 1944 táján Németország sorsa már megpecsételődött, tehát az atombombát nem kellett már ledobni Németországra, mert már nem volt rá szükség. Tehát még el sem készült a bomba, és Szilárd, aki kezdeményezte és sürgette az atombomba elkészítését, már a betiltásán fáradozott. Éppen ezért a Manhattan-terv katonai parancsnoka, Groves nem bízott meg Szilárdban. Sőt, nyílt ellentét alakul ki köztük. Így jellemezte Szilárd Leót: *Szilárd Magyarországon született, német, vagy talán osztrák katonára volt. Az első világháború után mindig tanulmányozott valamit, sohasem tanított; semmi lényegeset nem csinált, csak örököké tanult.* Groves széleskörű nyomozást indított Szilárd ellen, ugyanis az folyton „elképesztő” gondolatokkal állt elő, köztük most már az azal, hogy a bombát nem szabad felrobbantani. Így Szilárd szép lassan kimaradt, vagy inkább árnyékba került a további fejlemények során. Nem is vitték Los Alamosba, hanem Chicagóban hagyták. Groves írt utólag egy könyvet, *Az atombomba születése*, és ebben meg sem említette Szilárd Leót.

A II. világháború után

Szilárd már a háború utáni időközön gondolkodott. Előre látta, hogy az atombomba emberek ellen való bevetése egy fegyverkezési versenyt fog elindítani Amerika és a Szovjetunió között. 1945 tavaszán Szilárd újból Einsteinhez fordult, egy újabb levelet megfogalmazni Rooseveltnél elnökhöz, amelyben felhívják a figyelmét ezekre a veszélyekre. De közben az elnök április 12-én váratlanul elhunyt.



Az első atombomba, a Little Boy összerakása
(Wikipédia)



1945. május 9-én Németország kapitulált, Európában vége lett a háborúnak. Sok tudós feltette magának a kérdést, hogy akkor most minek kell az atombomba?

Új elnök került a Fehér Házba, Harry Truman. Ő és új külügyminisztere, Burns hallani sem akartak arról, hogy a bombát ne használják fel. Így a Manhattan-terv nem állt le, ugyanis az amerikai hadi irányítás úgy gondolta, hogy Japánban nagy szükség lehet erre a bombára, hiszen a japánok nem adták meg magukat, és a háború folytatása Japánban nagyon sok amerikai katona életébe kerülne.

A tudósok azért vállalták fel erkölcsileg is az atombomba elkészítését, hogy megelőzzék ebben a náci Németországot, ahol felfedezték a maghasadást, és ugyancsak folyt atombomba program. Japán támadásának a terve felháborította azokat a tudósokat, akik arra tették fel az életüket, hogy Németországot kell legyőzni ezzel a fegyverrel. Szilárd Leó lett a hangadó. Innen kezdve az élete az atombomba felhasználásának megakadályozásáról szólt, illetve a hidegháború résztvevőinek békítéséről. 1945 júliusában megfogalmazott egy tiltakozó petíciót Truman elnökhöz, a „Szilárd-petíciót”, amit több tudós is aláírt, elsősorban a chicagóiak, amelyet az amerikai elnöknek nyújtottak be: *A Tervben kifejlesztett fegyver által képviselt erőnek az egész világra kiterjedő társadalmi és politikai hatása különleges erkölcsi köteleességeket ró az Egyesült Államok kormányára és népére... Azt javasoljuk tehát, hogy mielőtt a bombát használják... tegyék közzé és demonstrálják annak erejét, ezzel a japán népnek alkalmat adunk arra, hogy mérlegelje, milyen következményekkel jár, ha továbbra sem kapitulálnak.*

Továbbá javasolta, hogy a háború után vonják nemzetközi ellenőrzés alá az atomenergia felhasználását, hogy megakadályozzanak egy háború utáni atomfegyverkezési hajszát. Ezt aláírta a Metallurgiai Laboratóriumban és az Oak Ridge-ben dolgozó legjelentősebb 70 tudós. De Groves tábornok megakadályozta, hogy a petíció eljusson Truman elnökhöz, és azt is, hogy Szilárd bárhol is publikálja. Ez az a pillanat, amikor kiderült, hogy a tudósok szava semmit nem ér, ugyanis ők arra voltak hivatva – az amerikai hadi vezetésnek a fejével gondolkodva –, hogy az atombombát létrehozzák, és nem arra, hogy a felhasználásának a mikéntjéről döntsenek.

1945. július 16-án, ugyanaznap, amikor Szilárdék Chicagóban aláírták a petíciót, Új Mexikóban, a Jemez hegység közelében, az Openheimer által Trinity-nek nevezett helyen felrobbant a „szerkentyű”, az első kísérleti atombomba. Egyetlen neutron elkezdte a Szilárd-féle láncreakciót, és a folyamat megállíthatatlan lett. Egy fél gramm anyag átalakult tiszta energiává, Einstein képlete szerint, ez volt a bomba ereje. A hatása lenyűgöző volt. *Ha sok ezer Nap egyszerre lángolna fel az égen, az közelítően csak meg a Legfelsőbb Személy univerzális formájának ragyogását.* Ezeket a



sorokat idézte Robert Oppenheimer az indiai szent könyvből, a *Baghavád Gíta*-ból (XI, 12) amikor meglátta az első atombomba robbanását.

Az atomfizikával és magfizikával a középiskolai oktatás során a diákok a 12. osztályban találkoznak. A tananyag tartalmazza az atomreaktor szerkezetét, az eredményeket, de fontos a diákokkal megismertetni azt az utat, ahogyan ezekre az eredményekre a tudósok eljutottak, illetve a fizikatudomány emberi és társadalmi dimenzióit.

J. Ogborn fogalmazta meg ezt nagyon világosan: *Kevés időt áldoztunk arra, hogy a fizikát úgy mutassuk be, mint egy nagyszabású emberi vállalkozást, melyet valódi emberek alkottak, valóságos emberi tulajdonságokkal és hibákkal bíró emberek.*

Szilárd Leó életútja pontosan ezt a hiányt pótolja: emberi dimenziót ad a fizikának, ebben a konkrét esetben az atom- és a magfizikának. Megértjük belőle, mennyi emberi gondolkodás, kételkedés, munka bújik meg olyan fogalmak mögött, mint atommag vagy maghasadás.

Szilárd Leó, akit sokszor neveztek az „atombomba atyjának”, saját magát sem hagyta ki kritikus elemzéseiből. Egy rövid írásában, *Háborús bűnösként álltam a bíróság előtt*-ben hangot adott lelkiismeret-furdalásának, hogy az ő találmánya volt az a fegyver, amely mindent elpusztíthat egy háborúban. Nyilvánosan ellenezte a további kísérleti atomrobbantásokat, de a hidrogénbomba fejlesztését is. Többször is nyilvános vitába szállt ezzel kapcsolatban Teller Edével, a hidrogénbomba atyjával.

A hirosimai atombomba után Szilárd Leó tulajdonképpen otthagyta a fizikát. A békéért való harc mellett, egy új területen kezdett dolgozni, a biológia felé fordult haláláig. 1946 októberében a chicagói egyetem Radiobiológiai és Biofizikai Intézetében a biofizika tanára lett. Mint biológus, sok felfedezése volt a molekuláris biológia területén. Szilárd ontotta a használható gondolatokat, és a kutatók jelentős része nem is habozott felhasználni azokat, akikből aztán Nobel-díjasok lettek, és a Nobel-díj átvételekor is köszönetet mondtak Szilárdnak.

Jacques Monod, a párizsi Pasteur Intézet professzora, amikor átvette 1965-ben az enzimszintézisért az élettani Nobel-díjat, elmondta, hogy Szilárd kérdései vezették el végül is az enzimszintézis genetikai kontrolljára vonatkozó eredményeihez.

Szilárd Leó találmánya, az atombomba, ma is Damoklész kardjaként áll az emberiség fölött. Ma is érvényesek az aggodalmai, mondhatjuk még nagyobb mértékben, hiszen már nem csak Amerikának és Oroszországnak van atombombája, és ma még ellenőrizhetetlenebb hogy kinek a kezébe jut a bomba indítási gombja. Az általa megjósolt fegyverkezési hajszája a második világháború után elkezdődött, és úgy tűnik, ma újra kezd felerősödni.

Másrészről a Szilárd Leó láncreakciója által nyert atomenergia ma még mindig az egyik legfontosabb megoldás az energiaszükségletre, ugyanis a fosszilis



energiaforrások fogytán vannak, és a CO₂ termékükkel szennyezik a levegőt és erősítik az üvegházhatást, illetve a zöldenergia még messze nem elégíti ki a szükségleteket. A fúziós magenergia pedig még csak kísérleti stádiumban van.

Hogy hogyan alakul ez a helyzet tovább, nem tudjuk. Nincs manapság egy Szilárd Leó, aki előrelássa évekkal az emberiség történelmének alakulását.

Könyvészet

- Marx György: *A marslakók érkezése*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000.
- Hargittai István: *Az öt világformáló marslakó*, Vince Kiadó, Budapest, 2006.
- Bödök Zsigmond: *Nobel-díjas magyarok*, Nap Kiadó, Dunaszerdahely 2005.
- Hraskó Péter: Epizódok a maghasadás felfedezésének történetéből, in *A Természet Világa*, 2006/I. különszáma, Budapest
- Werner Braunbeck: *Az atommag regénye*, Gondolat Kiadó, Budapest 1960.
- Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat Kiadó, Budapest 1978.
- Tibor Frank: The Multiple Exiles of Leo Szilard, in *Physics in Perspective*. 2005/7, 204–252, Birkhauser Verlag, Basel, 2005.
- Egy különös kisfiú
<https://www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/MuMaTu-a-mult-magyar-tudosai-1/szilard-leo-6052/egy-kulonos-kisfiu-60C7/>

Miholcsa Gyula

Marosvásárhely

e-mail: miholcsagyula@gmail.com



Fabinyi Rudolf, a m. kir. Ferenc József Tudományegyetem kémia professzora

Fabinyi Rudolfot 1878-ban nevezik ki a kolozsvári m. kir. tudományegyetem elméleti és gyakorlati vegytan tanárává. A professzor életének és munkásságának megismertetése fontos feladat, mely a kémiai tudományok fejlődését, a műszaki haladást szeretné bemutatni, Vörösmarty Mihály mondásának szellemében:

A múltat tiszteld a jelenben és tartsd a jövőnek.

Családja és iskolai tanulmányai

Az utódok kutatásai alapján, a Fabinyi család név a latin faba (bab) szóból származik, melyet a tudós és evangélikus papi pályán működő elődeik latinosan (Fabinius), majd a mai formájában írnak. A család nemességét Fabiny Sámuel, Jakab és Pál személyében I. Lipót császártól kapott.

Fabinyi Rudolf a felvidéki Jolsván született 1849. május 30-án, az 1848-49-es szabadságharc idején. Édesapja, Fabinyi Sámuel kereskedő, a jolsvai takarékpénztár egyik alapítója és igazgatója. Édesanyja, Markuszovszky Hermina, aki dr. Markuszovszky Lajosnak, a magyar orvostársadalom kiemelkedő alakjának húga. A Fabinyi családnak Rudolfon kívül még négy gyermeke született, Gusztáv, jogász; Lajos, katonai ezredes; Sámuel, szülővárosában Jolsván megyei tisztviselő és lánytestvére Kornélia, rozsnyói postamester.

Gyermekkorát és elemi iskoláit Jolsván tölti, mely német telepítésű bányaváros volt. Jolsván nem lévén középiskola, tanulmányait Rozsnyón folytatta. A rozsnyói főgimnáziumban a magyar mellett latin, német és szláv nyelvet is tanítottak. A természeti tantárgyak közül már az alsóbb osztályokban tanítottak földrajzot, mennyiségtant és vegyészeti ismereteket. A gimnázium felsőbb osztályait Fabinyi, testvéreivel együtt az iglói evangélikus főgimnáziumban végzi,



Fabinyi Rudolf



ahol Fabinyi Rudolf megismerkedik a kémiával, mivel ekkor a természettan mellett a vegytant heti három órában tanították, szervetlen, szerves, valamint technológiai elemeket. Fabinyi 1868-ben Rozsnyón érettségizett.

Érettségi után rögtön beiratkozik a budapesti tudományegyetem bölcsészeti karára. Ebben az időszakban a Rudolf helyett a magyarított Rezső nevet használja. A bölcsészkaron a természettudományos tárgyakat olyan kiválóságok tanították, mint Than Károly a vegytant, Jedlik János az elméleti és gyakorlati természettant. Fabinyi három év alatt sikeresen elvégezi tanulmányait.

Műegyetemi évek

1871-ben elfoglalja első munkahelyét a József Műegyetemen. Itt nevezik ki a tudományegyetem általános vegytani tanszékére tanársegédnek. A következő években kiegészíti tanulmányait, számos külföldi ösztöndíjban részesül.

Németországba megy, ahol Würzburgban Johannes Wislicenus laboratóriumában dolgozott. 1876-ben Münchenben folytatja kutatásait, ahol Adolf Baeyer kémiai professzor vezetése alatt tanulmányozza az aldehidek és fenolok vízelvonással létrejött termékeit. Ezekhez a kutatásokhoz kapcsolódik a szilárd anyagok vákuumbepárlásának kidolgozása, az elért eredményei a kor legrangosabb folyóiratában, a *Berichte, der Deutschen Chemische Gesellschaft*-ban jelenik meg. Az eljárást széles körben alkalmazzák a szerves kémiai laboratóriumokban.

Külföldről hazatérve, gazdag elméleti és gyakorlati ismeretekkel rendelkezik, így 1877 őszén kinevezik a József Műegyetem vegytan segédtanárának, később a szerves kémia magántanáráként habilitálták. 1979-ben fél évre Párizsba utazott, ahol Chares Wurty-val, a Sorbone szerves kémia professzorával dolgozott. Párizsban kapja a meghívást a frissen megalakult (1872) kolozsvári tudományegyetem kémia tanszékének haláleset miatt megüresedett katedrájára.

Fabinyi Rudolf Kolozsvárra érkezik és átveszi a Vegytani tanszék vezetését

A Kolozsváron, az 1872-ben megalakult egyetem négy tudománykarra oszlik: 1. jog és államtudományok, 2. orvosi, 3. bölcsészet, nyelv és történettudomány és 4. matematikai és természettudományi kar. A kémia kar vegytani tanszékére Fleischer Antal került, aki sajnos 1877-ben hirtelen elhunyt. Ezután a kar nyilvános pályázatot hirdet, a kémiatanszék vezetésére, melyre 17 szakember jelentkezik. Közülük, a kolozsvári egyetem előterjesztésére, a király 1878. június 30-án Fabinyi Rudolfot nevezi ki a Magyar Királyi Tudományegyetem



elméleti és gyakorlati vegytan tanárává. Az egyetem 1881-ben felveszi m. kir. Ferenc József Tudományegyetem nevet.

1878. augusztus 6-án érkezik Kolozsvárra, leteszi a hivatali esküt, majd átveszi az egyetem akkori Vegytani Intézetét. Az 1878/79-es egyetemi tanévben kezdi meg az oktatást. Ekkor az egyetemi hallgatók létszáma az I. félévben 423, a II. félévben 470 volt, amiből a matematika és természettudományi karon 68-an tanultak. A kezdeti nehézségekre a 25 éves jubileum alkalmából Fabinyi így emlékezik vissza:

25 évvel ezelőtt ... abban a düledező házikóban, mely a gubernium gazdasági célokra szolgáló, kicsi mellékhelyiségéből tudományegyetemi vegytani intézeté lett előléptetve, melynek helyén most az egyetem palotája emelkedik, kezdtem meg tanári működésemet. Ez az épület a Bel-Farkas (Kogălniceanu) utca 1. sz. alatti guberniumi földszintes melléképület volt, azelőtt hivatali szolgák lakhelye.

Fabinyi Rudolf professzor kinevezése idején megnősült, és már házas emberként érkezik Kolozsvárra. Felesége Weber Katalin, jelentős felvidéki családból származik, édesapja Rozsnyón tanár, Kossuth Lajos édesanyjának unokatestvére. A Fabinyi házaspár kezdetben a Bel-Monostor utca 12. szám alatt bérel komfort nélküli lakást, majd pár év múlva átköltözik az új Vegytani Intézet tanári lakásába. Fabinyi Rudolf példás családapa, házasságaiból 11 gyermek születik (Első felesége 1890-ben elhalálozik). Minden gyermek tehetséges, egyetemet végez, és példamutató nevelésben részesül.



Fabinyi professzor feleségével és 11 gyermekével



Az új Vegytani Intézet

Az épület az Erdélyi Múzeum Egylet területén, az úgynevezett Múzeumkert (Mikó-kert) egyik dombján helyezkedik el. A Mikó-kert gróf Mikó Imre nyaralójának a tizenkét holdas kertje volt, amelyet 1859-ben az Erdélyi Múzeum Egylet (EME) adományozott. Az új Vegytani Intézet alapkövét 1881-ben helyezték el, a kor szokásainak megfelelően ünnepélyes külsőségek között. Az alapköő belsejébe, üvegdobozba az egyetem 1879/80-as tanévének kiadványai, fegyelmi szabályzatai kaptak helyet, valamint az épület tervrajza. Mellé tették a birodalom összes forgalomban levő pénzérméinek egy-egy darabját. Az alapköbe került az a kutyabőrre írt emlékokmány, mely igazolja, hogy az építkezés I. Ferenc József király, Trefor Ágoston vallás és közoktatási miniszter, Haller Károly rektor, Réthy Mór dékán és Fabinyi Rudolf tanár közreműködésével kezdődött. Ezután kalapácsütések következtek, jelmondatok kíséretében.

Fabinyi *Neved, híred, dicsőséged örökre fennmaradjon* mondatot idézte. Az új Vegytani Intézet a kor egyik legmodernebb intézete lett, ahol az oktatás és kutatás három szinten zajlott. Az alagsorában gépszoba, műhely, gőzkazán, raktárok voltak. A földszinten analitikai labor 38 gyakornok számára, a doktoránsok 8 személyes laboratóriuma, a szerves, az optikai laboratóriumok, a mérlegszoba, valamint a tanársegéd és a laboráns lakása helyezkedtek el. Az emeleten volt a tanterem, egy amfiteátrum 174 ülőhellyel és ruhatárral. Mellette az előadási előkészítő és gyűjteményszoba és tanársegédi szoba. Az emelet másik szárnyán az intézetvezető professzor laboratóriuma, kézikönyvtára, iroda és az igazgató ötszobás lakása. A leírásban láthatjuk, hogy az épület kitűnő körülményeket biztosított viszonylag nagyszámú diákság számára. Ebben az időben az előadásokat bemutató demonstrációk kísérték, melyek segítségével a hallgatók összekapcsolhatták az elméleti magyarázatokat a gyakorlati megoldásokkal.

Az új Vegytani Intézetet számos technikai megoldása kiemelte a hasonló intézmények közül. Ilyen volt a fűtés, szellőzés, vízvezeték



A Vegytani Intézet tantermi előadója

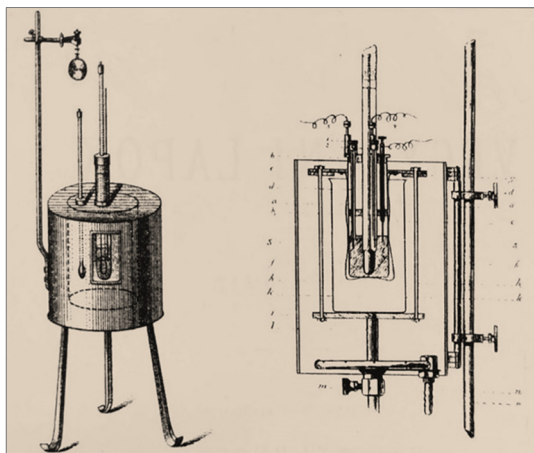


Fabinyi Rudolf, a kutató vegyész

Kutatási eredményei a kémiatudomány széles körét érintették. Kutatásai kezdetben a tanári, oktatói tevékenységéhez, valamint Kolozsvár és a régió megoldandó feladataihoz kapcsolódtak. A későbbiekben főleg a maga választotta szakterülethez kapcsolódtak, a legfontosabb eredmények a szerves kémia területén születtek. Kutatási eredményeit (búvárkodásait) a következő területekre oszthatjuk: általános és fizikai kémia, analitikai kémia és szerves kémia.

• Általános és fizikai kémiai vizsgálatok

A külföldi eredményeket tanulmányozva, Fabinyi foglalkozni kezd az oldatokkal, a folyadékelegyek forrása és gőztenziója között keres összefüggéseket. Feltételezi, hogy az oldatok megfagyási törvényeihez (Raoult) hasonlóan a szilárd testek keverékeinek megolvadásánál is hasonló szabályosság létezhet, amely kimutatható molekulásúly meghatározására lenne alkalmas. Bebizonyította, hogy a Raoult-féle törvény érvényes a különböző szilárd testek keveré-



A molekulásúly meghatározására szerkesztett készülék

inek olvadáspontjára, ami lehetővé teszi, egy ezen alapuló molekulásúly meghatározási módszer kidolgozását. Fabinyi munkatársaival megtervezi, és megvalósítja a molekulásúly meghatározására a készüléket, melyet a vegyészek 1910-es országos kongresszusán mutatnak be.

Fabinyi egyik legnagyobb eredménye az elektrokémia területén Farkas Gyula, kolozsvári egyetemi tanárral közös munkája, a szénalapú tüzelőanyag-elem előállítása volt. Eredményeiket az *Állandó elektromos áram a szén*

oxidálása által című dolgozatban publikálják. Fabinyi és Farkas az elsők között foglalkozott a tüzelőanyag-cellás galvánelemek vizsgálataival, amelyeket ma sikerrel alkalmaznak az űrkutatásban. Igyekezett lépést tartani a kémia haladásával.



• Elektrokémiai és szeretlen kémiai kutatásai

Erdély nagy gazdagsága az ásványvízforrások területén, korán előtérbe helyezte a gyógyvizek vizsgálatát és elemzését.

Fabinyi, a jegenyei gyógyfürdő és a híres borszéki ásványvíz kémiai analíziseivel foglalkozott.

A 19. század elején, javaslatára megszervezik a kolozsvári egyetem Vegytani Intézetében a m. kir. Vegykísérleti Állomást, melynek célja a lakosságot érdeklő problémák megvizsgálása, megoldása volt. Az intézet vezetőjeként Fabinyi Rudolf már ekkor megvalósította az egyetemi elméleti tudás alkalmazását a gyakorlatban.

- Az intézet első feladata a Kolozsvártól 35 km-re fekvő jegenyei fürdő vizének analízise volt. Eredményeik ma is érvényesek.
- Kémiai tudását igyekezett a kezdetektől a városi lakosság szolgálatába állítani, vizsgálta a kutak vizének minőségét, és rámutatott arra, hogy számos kút vize nem megfelelő minőségű, főleg a sertéshízalldák közelében. Javasolta a vízvezetékek bevezetését és csatornázási munkálatok megkezdését.
- A vegykísérleti állomás rutinszerűen vizsgálta az élelmiszerek és mezőgazdasági termékek minőségét.
- Erdély természeti kincsei között jelentős helyet foglalnak el az arany és egyéb ércek. Fabinyi foglalkozik ezen ércek analitikai vizsgálatával. Koch Antal professzorral, az egyetem ásvány és földtani tanárával közösen folytatták az aranyércek vizsgálatát, mely gyakran a törvényszék felkérésére történt. Számos lopási kísérlet esetében a döntést az aranyrögökön végzett elemzések alapozták meg. 1883-ban külön összefoglalóban értekezett *Aranyércek törvényszéki vegyi vizsgálata* címen, melyben összefoglalja a módszereket és jellemzi az egyes lelőhelyek aranyérceit.
- 1881-ben megvizsgálták a kolozsvári világítógáz vegyi összetételét. Megállapították, hogy a Kolozsváron használt világítógáz százalékos összetétele 52,06 % hidrogén, 32,88% mocsárlég, 6,46% szén, 3,32% etilén, 0,33% butilén, 0,32% acetilén, 0,92% nitrogén és 0,82% szénmoxid, a cikkben az összetétel mellett a gazdasági szempontokat is mérlegeli.
- 1888-ban elvégzi a Kolozsvár melletti Bácsi-torokban található mészkő vegyi vizsgálatát.

Analitikai és általános kémia területén végzett vizsgálatai nagymértékben a gyakorlati életben felmerült kérdések megoldására vonatkoznak, de kutatói hozzáállása biztosította az eredmények pontos meghatározását és közlését. Munkássága bizonyítja érdeklődését Erdély és Kolozsvár lakosságának jóléte és biztonsága iránt, egész életére jellemző a magas felelősségtudat.



• **A szerves vegytani kutatásai**

Ebben az időben a szerves kémia fejlődése kissé lemaradt a többi szakterületekhez mérten. Egy híres német kémikus, aki nagy mértékben befolyásolja korunk vegyészeteit, Robert Wilhelm Eberhard Bunsen (1811–1899), lenézte azon vegyészeket, akik a szerves vegyületek szerkezetéről elmélkedtek. Véleménye szerint a szerves kémia maga egy hipotézis dzsungel, ahová óvakodjon az ember belépni!

Fabinyi Rudolf volt a hazai szerves kémiai kutatás tudatos úttörője. Így lesz a kolozsvári egyetem Vegytani Intézete a magyarországi szerves kémiai kutatások legjelentősebb helyszíne, Szabaday Ferenc szavaival élve *a hazai szerves kémia kutatás bölcsője*. Szerves kutatási eredményeinek bemutatása a vegyületek szerkezetén alapján történt.

○ *Kinolin vázú vegyületek*

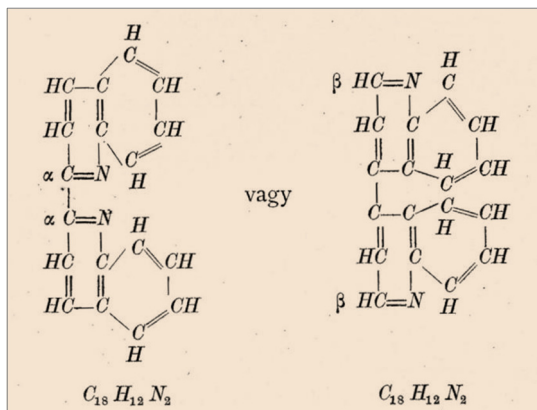
Fabinyi a *Kísérletek Dichinolin szintézisére* című cikkében a kinolin származékokkal és a dikinolin szintézisének lehetőségeivel foglalkozik. A kor közlési módszerének megfelelően, Fabinyi részletesen leírja a dichinolin előállítására végzett kísérletét. Fontos kiemelni, hogy a cikk megírását, az irodalmi adatok pontos tanulmányozása előzi meg, részletesen megadva az ebben a témakörben elért eredményeket. Ennek megfelelően a bevezetőben megmagyarázza a kísérlet ötletét, melyben arra történik utalás, hogy ha kinolint és kinolin származékokat sikerült előállítani glicerin, anilin és nitrobenzol keverékéből hevítéssel, kénsav jelenlétében, akkor javaslata szerint a glicerin helyett használható manit, ami igazából két összekapcsolt glicerin molekulát jelent és így dikinolint kapunk.

A reakció javasolt egyenlete:



A javasolt szerkezet az alfa és beta dichinolin.

További kutatásaiban vizsgálja az előállított vegyületek fizikai és kémiai tulajdonságait.



Dikinoin javasolt szerkezeti képlete



○ *Fenilhidrazin származékok*

Fabinyi, *A Piperonal és Vanillin, az Anisaldehyd, a Me-sityloxyd és Phorón, és a Benzoin Phenylhidrazin-nel képezett derivátumai* című cikkében a fenilhidrazin szintetikus reakciókban alkalmazásával foglalkozik. Számos fenilhidrazin származékot állít elő munkatársaival, melyeket a kor analitikai módszereivel vizsgál (halmazállapot, olvadáspont, oldékonyság különböző oldószerekben, színváltozási reakciók). Eredményeit minden esetben összehasonlítja a német szakirodalomban megjelent eredményekkel.

○ *Ecetsavészter származékok*

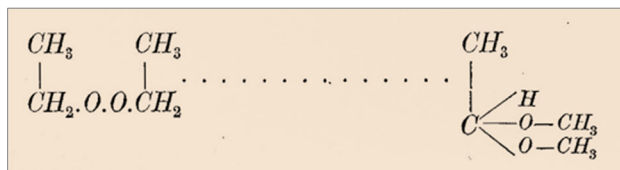
Az *Ecetsavas aeterek felbomlása magasabb hőmérséknél* cikkben Fabinyi az ecetsav-etil-észter bomlását tanulmányozva megállapítja, hogy etilén gáz képződik. Tanulmányozza a metil, etil, propil, izoamil éterek bomlását. Kísérleti eredményei igazolják, hogy a hevítési hőmérséklet befolyásolja e termék képződését, mivel lehetséges a lebomlás során az acetilén származék mellett széndioxid és metán képződése, vagy acetilén származék és ecetsav képződése. A következtetés, az akkori kísérleti felszereltség, valamint az analitikai módszerek lehetőségeivel összhangban így hangzik: *annyit ezen eredmények folytán mégis fel vagyunk jogosítva állítani, hogy föltevésünk nem járhat igen messze a valóságtól.*

○ *Szuperoxidok*

A cél alkil szuperoxidok előállítása, melyre a javasolt módszer alkoholátok reakciója halogénnel, a következő egyenlet szerint:



Az elméleti kérdés kísérleti igazolásának eredményeit *A Jód behatása Natriumalkoholátra Benzólos óldatban* című cikkében mutatja be az etil szuperoxid izomérijének, a dimetilacetálnak a megjelenésével.



Az izomerek bemutatása



○ *Asaron*

Az 1886 évtől kezdődően Fabinyi és munkatársai egy kiemelkedő kutatási területtel kezdenek foglalkozni, az *Asarum Europaeum*-*kapotnyak* növényi eredetű kivonatból kapott azaron nevű vegyülettel. Az első közölt cikk az *Asaron*. $C_{20}H_{26}O_5$. Az *Asarum Europaeum kamfora*, melyben Fabinyi az azaron és azaronszármazékok vizsgálatáról számol be.

Az azaron egy növényi kivonat, egy hófehér, kristályos anyag, melynek kinyerése vízgőzdesztillációval történik. Fabinyi kísérleteihez, az új Vegytani Intézet szomszédságában levő Mikó-kertben dús csoportokban növekvő kapotnyak gyökerét használta fel. Az akkori időszakban a kísérleteket nagy mennyiségekkel indították, hiszen a laborfelszerelés, illetve az analitikai módszerek nem tették lehetővé kis mennyiségek használatát (Fabinyi 24,9 kg kapotnyak gyökérből indul, és 115 g kristályos azaront kap). A vegyület elemzése során a megállapított atomviszony a $C_{20}H_{26}O_5$.

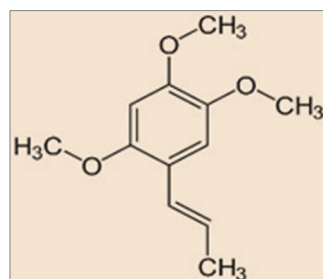
Kémiai viselkedését vizsgálván, az azaront ecetsavban, Zn porral redukálja, de a képződött redukált terméket nem sikerül jellemezni. Eredményei igazolják, hogy az azaron könnyen oxidálható vegyület. Az oxidált azaron szerkezetének megállapítására alkalmazza a Ziesel-féle eljárást, mely a metoxi csoportok számának meghatározására vonatkozik.

○ *Ceracidin*

Az 1890-es években a szalicilaldehid ketonokkal való kondenzációját tanulmányozva új festékanyagokat fedez fel. Az eljárásra magyar, osztrák és német szabadalmat nyert: *Új festékanyagok és eljárás előállításukra* néven. Szalicilaldehid és acetonek kondenzációja során tömény kénsav jelenlétében meggylé (cerasus acida) színéhez hasonló vörös festékanyagot nyert, amelyet ceracidinnek nevezett el.



Kapotnyak
(*Asarum Europaeum*)



Az azaron,
1,2,4-trimetoxi-5-[(E)-prop-1-enil]benzol napjainkban
elfogadott szerkezeti képlete



A savanyú közegben lejátszódó reakciót ma is *Fabinyi-féle szalicil-aldehid reakció* néven ismeri a szakirodalom.

Fabinyi egyik legfőbb sikere tehát a ceracidin néven szabadalmazott benzopirillium só, és az ebből származtatható növényi festő- és színezékanyag előállítására volt. Fabinyi 1898-ban Ceracidin néven elsőként állított elő és szabadalmaztatott benzopirillium sót. E vegyületből származtathatóak a növényi színyanyagok. Később, a növényi színyanyagok vizsgálatáért, a benzillium sók szerepéért és alkaloidák hatóanyagainak szintéziséért 1915-ben Richard Willstätter, majd 1947-ben Robert Robinson is Nobel-díjat kapott.

o *Natriumlygosinat (Diorthocumar ketonnatrium)*

A nátriumlygosináttal kísérletezve kininlygoszinátot állított elő, amely anti-septikus, baktericid hatású, a sebet nem roncsolja, a vérzést gyorsan megszünteti. Találmányát *Eljárás alkaloidák lygosinát-preparátumainak előállítására* néven jelentette be a Szabadalmi Hivatalnak.



Fabinyi találmányainak szabadalmi leírása (részlet)

Ipari szempontból egyik jelentős szabadalma a vasérccek redukálására vonatkozik. A vasérccek redukálására szén helyett szénhidrogéneket, elsősorban metán gázt alkalmaz.

Élete utolsó éveiben a sármási földgáz, a csaknem vegyileg tiszta metángáz gyakorlati értékesítésével sokat foglalkozott.

Büszkén mondhatjuk, hogy a magyar szerves kémia Erdélyben, a kolozsvári Ferenc József Tudományegyetem született, az egyetem szerves kémiai kutatásai 1872–1919 között számos, nemzetközileg ma is elismert közleményt eredményezett.



Rendkívül gazdag kutatói tevékenységét a több mint 100 megjelent hazai és külföldi publikáció, valamint nagyszámú magyar, német és osztrák szabadalma igazolja. Fabinyi Rudolf személyisége meghatározó a Ferenc József Tudományegyetem szerves kémiai kutatásaiban. Szőkefalvi-Nagy Zoltán szavaival: *Igen sok olyan megfigyelése volt Fabinyinak, melyet ma már el is felejtett a kémia, s az újra felfedezéséskor derült ki, hogy ezt a kérdést ő már legalább háromnegyed évszázaddal ez előtt megoldotta.*

A kolozsvári egyetem kémikusai az évek során számos kollégával, munkatárssal működtek együtt, akik közül többen 1919 után magyarországi egyetemeken, kutatóintézetekben folytatták tovább a kémiai kutatásokat.

Oktató, egyetemi és közéleti vezető

Az előadások és gyakorlatok megszervezése mellett, kezdettől fogva tagja lett a tudományegyetem mellett működő középtanodai tanárvizsgáló bizottságnak és előadó tanára a középtanodai tanárképzésnek. Kinevezésének második évében, az 1979/80-as tanévet már, mint a matematikai és természettudományi kar dékánja nyitotta meg. Kitűnő vezetőképességét dicséri, hogy az évek során 9-szer választják dékánnak, a dékáni évet követő tanévben prodékánnak. A századfordulón, az 1899/1900-as tanévben az egyetem rektora, majd két éven keresztül prorektori tisztséget tölt be. E magas egyetemi hivatalokban mondott beszédei az ünnepi alkalmakor, nagy érdeklődést keltettek az ifjúság körében. 1880-ban a záróünnepségen mondott beszéde: *A vegytani törekvések hajdan és most*, jelentős ismertséget biztosított a kémia tudományának. 1891-ben az MTA III. matematika és természettudományok osztályának levelező tagja lesz.

Kiváló szónoki képességét, a közügyek, elsősorban a város szolgálatába állítja. Nagyszerű előadásait az Erdélyi Múzeum Egylet tudományos ülésein tartotta, melyek nagyban hozzájárultak Kolozsvár és egész Erdély közművelődésének fellendüléséhez. Fabinyi vezette be, hogy ezen előadásokat érdekes kísérletek elvégzésével kötötte egybe, és tette érdekesebbé.



*Fabinyi Rudolf,
az egyetem rektora*

A fővárosban az V. kerületi Polgári Kör dísztermében, 1907. június 27-én 40-50 vegyész megalakította a Magyar Chemikusok Egyesületét, melynek megválasztott első, alapító elnöke Fabinyi Rudolf lett. Ő volt a tatrangi evangélikus egyházközség világi felügyelője.

Kitűnő tudománynépszerűsítő előadásai, aktív részvétele Kolozsvár városának különböző szervezeteiben, valamint példaértékű családja, 11 sikeres gyermekével ismertté és népszerűvé tette Kolozsváron. Részt vett a sportegyesületek tevékenységein, elnöke a Kolozsvári Korcsolyázó Egyletnek.



Korcsolyázás a kolozsvári sétatéri tavon

Fabinyi professzor kiváló pedagógus volt; az oktatásról vallott ars poeticáját tanári működése 25 éves jubileumán (1903) így összegezte: *A chemia tanításának nálam vezérelvül szolgál az, hogy a hallgatóság a chemiai ismeretekbe a történelmi fejlődés alapján és amennyiben csak lehetséges, szemléleti úton vezettessék be.* Vagyis a múlt fejlődésen alapuló, önálló természettudományos gondolkozás kifejlesztésére törekedett hallgatóinál. Az anyag megválasztásánál a klasszikus pedagógia „*multum, sed non multa*” (kevesebbet, de alaposan) elvét valósította meg azzal, hogy a látzólag kevéssel is sokat mondott. Felfogása szerint a legfontosabb az oktató és a hallgató közötti közvetlen, élő kapcsolat, mert a tankönyv nem pótolhatja az élő szó erejét.

Az oktatás és kutatás kapcsolatáról nemcsak osztotta, hanem meg is valósította nagy kortársának, Eötvös Lorándnak felfogását, miszerint fődolog, hogy tudósok tanítsanak.

Fabinyi tanszékén a kémiát a tanárjelöltek a matematikai és természettudományi karról, valamint az orvosi és gyógyszerészhallgatók tanultak. A diáklétszám évenként 200-220 körül mozgott. A következő években rohamos fejlődés látható, a hallgatók száma meghaladja a 300-at.

Előadásainak anyagát ismerjük, mert az asszisztense, Ruzitska Béla lejegyezte és kiadta. A kémiai előadásoknál a kísérletek elmaradhatatlanok voltak, Ru-

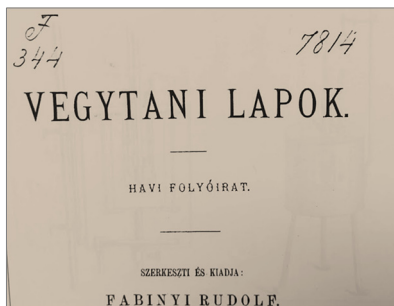


zitska szerint jól megválasztott tanulságos és érdekes kísérletekkel tette előadásait változatossá. A hallgatók ösztönzésére bevezette a kitűzött jutalomtételek rendszerét, mely során pénzjutalmakat lehetett nyerni. Javaslatára bevezették az ösztöndíj rendszert, a legkiválóbb hallgatók támogatására.

Fabinyi kiváló pedagógusként is beírta nevét a kémiai felsőoktatás történetébe.

Az első magyar nyelvű kémiai folyóirat, a Vegytani Lapok kiadó-szerkesztője

Magyarországon a 19. század közepéig tudósaink a kémiai tárgyú dolgozataikat külföldi, főleg német nyelvű folyóiratokban publikálták. A külföldi folyóiratok azonban drágák és nehezen hozzáférhetőek voltak. Így a kémiai tudományágak fejlődésével, valamint a kémiai ipar megjelenésével reális igény jelent meg egy kémia tárgyú folyóiratra. Mint tanszékvezető professzor kezdettől fogva felismerte a tudományos haladáshoz szükséges tájékozottság és új ismeretek – mai nyelven az információ – jelentőségét. Ezért saját költségén megindította a Vegytani Lapok-at, amely 1882-től 1889-ig élt, és amelyet az első magyar nyelvű kémiai szakfolyóiratként tart számon a sajtótörténet.



Vegytani Lapok

A folyóirat alapításának szükségességét Fabinyi Rudolf, a szerkesztő és egyben lapkiadó az első szám beköszöntőjében részletezi *A Vegytani lapok iránya és célja* cím alatt. A szükségességet így magyarázza: *A magyar vegyészek vegytani szaklappal nem bírnak. Kísérlettel e hiányt óhajtanám pótolni. Célja a magyar eredeti dolgozatoknak részletes, a külföldi vegytani irodalom minden fontosabb jelenségének pedig kivonatokban való, lehetőleg gyors közlése... A Vegytani lapok másik jelentős célja a hazai eredmények ismertetése a külföldi szakkörökkel, ezért minden, a lapban megjelenő eredeti dolgozat német nyelvű kivonatban megküldi a berlini Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft-nak.* A tervek alapján a lap havonta jelenik majd meg.

A Vegytani Lapok igyekezett a felvállalt feladatoknak megfelelni. A lap szerkezetében két nagy részre oszlanak a cikkek, melyeket A és B fejezetnek neveztek. Az A tartalmazza az *Eredeti közleményeket* megközelítőleg évente 8-10 dolgozat, míg a B rovat az *Irodalmi Szemle* alcímet viseli, és amely szakreferátumokat, lapszemléket, könyvismertetőket tartalmaz. A könyvformátumú füzetek évfolyamai köteteket alkottak, amelyekben az eligazodás megkönnyítésére gondosan szerkesztett mutatók, név és tárgyjegyzékek voltak. A mutatók összeállításánál – korabelieket megelőzve



– a címből kiemelt releváns tárgyszavak, kifejezések sorrendbe szedésével lényegileg manuálisan ugyanazt a módszert alkalmazta, amellyel a mai szakfolyóiratok számítógépes indexei is készülnek.

A Vegytani Lapok szakfolyóiratból 7 kötetet sikerült megjeleníteni, a továbbiak megjelenését az anyagi gondok ellehetetlenítették. A hét évfolyam szerkesztésében és kiadásában szerzett tapasztalatot Fabinyi a későbbi kémiai folyóiratoknál értékesítette, melynek szerkesztőbizottságában közreműködött.

Az eredeti Vegytani Lapok napjainkban is megtalálhatóak a központi egyetemi könyvtárban, és digitális formában is hozzáférhetőek. (<https://emt.ro/digitalizalt-kiadvanyok>)

Javaslat Fabinyi Rudolf munkásságának bemutatására a középiskolai kémiaoktatásban

Fabinyi Rudolf 41 éven keresztül tanított, dolgozott a kolozsvári egyetemen és vezette a Vegytani Intézetet. Az évek alatt a kémia különböző területein ért el kiemelkedő eredményeket, melyeket részletesen megismerhettünk az előző fejezetekben.

A középiskolai oktatásban számos csatlakozási pontot találunk, melyek alkalmasak az elismert kémia professzor bemutatására. Az alábbiak tartalmazzák pár lehetőséget.

A IX. osztály számára az általános és szervetlen kémia területén:

- szilárd anyagok és folyadékok fizikai tulajdonságainak bemutatása,
- olvadáspont, mint tisztasági minőségmutató, mérésére kidolgozott készülék,
- az arany mennyiségi meghatározása az aranyérc azonosításában,
- mészkő összetételének meghatározása, a lelőhelyek jellemző összetevői,
- az alumínium kémiai tulajdonságai és gyártása, az erdélyi kaolinbányák bemutatása,
- a vas előállítása vasércből, kémiai tulajdonságai.

A X. és XI. osztályosok számára a szerves kutatási eredményei, népszerűsítő előadásai a szerves kémia területéről:

- a sármási metángáz jellemzői,
- növényi eredetű anyagok izolálása vákuumbepárlással. Szerves vegyületek tisztítási eljárásai,
- aromás alkoholok, peroxidok, szerves savak és persavak előállítása és jellemzése,



- oxo-vegyületek kémiai reakciói,
- a szalicilsav kondenzációs reakciói, Fabinyi-kondenzáció,
- a század eleji sztereokémiai ismeretek bemutatása.

A kémia oktatása estében, bármely szinten, fontos megismertetni a diákokkal azokat a laboratóriumi felszereléseket és lehetőségeket, melyek a 19. század végén a kutatók rendelkezésére álltak.

Fabinyi Rudolf személyiségének, munkásságának és eredményeinek bemutatása fontos és követendő példa a diákság számára.

Emlékezete

Az első világháború kitörése, majd a háborús évek számos nehézséget jelentettek a kolozsvári egyetem tanárainak, diákjainak. A háború elvesztése, az egyetem átalakulásához vezetett. 1920-ban számos tanár Kolozsvárról Szegedre, illetve Budapestre költözik. Fabinyi 1919 novemberében legidősebb fiánál, Budapesten talál ideiglenes otthont. 1920 januárjában a Chinoin Gyógyszervegyészeti gyár hívta meg, hogy ott értékesítse tudását.

Sajnos, Fabinyi egészsége a kiköltözéssel, a munkahelyének elvesztésével erősen megromlott, és a járványszerűen kitört spanyolnátha 5 nap alatt, súlyos betegségéhez és halálához vezetett. Fabinyi Rudolf 1920. március 7-én halt meg, orvos fia, hűvösvölgyi intézeti lakásában, családi körben. Földi maradványait 1920. március 10-én helyezték örök nyugalomra a Kerepesi temetőben. A végtisztességen nagy számban jelentek meg a tudományos világ képviselői, a kolozsvári egyetem rektora, a Magyar Tudományos Akadémia, a budapesti tudományegyetem, a Magyar Kémikusok Egyesülete, a Természettudományi Társulat képviselői, barátai. Winkler Gyula beszédének részlete ismerteti a tudós társadalom megrendülését. *Több mint 40 éven át tanította, buzdította, és nevelte az ifjúságot, ismétetlen dékáni méltóságot viselt és a kolozsvári egyetem rector magnificusa is volt. A széles világon mindenütt becsületet szerzett a magyar tudománynak...Örök példája az önzetlen magyar tudósnak és hazáfinak, kinek nevét áldva fogják emlegetni késői unokák. Fabinyi Rudolf Isten veled, Isten veled.*

Az Erdélyi Műszaki Tudományos Társaság (EMT) Kémia Szakosztálya nagy tisztelettel emlékezett meg Fabinyi Rudolf kémiaprofesszorról több alkalommal, bemutatván életét és munkásságát a fiatal oktatók, egyetemi hallgatók számára.



2019-ben az EMT Kémia Szakosztályának kezdeményezésére a Babeş-Bolyai Tudományegyetem BBTE Rektori hivatalának támogatásával, a Magyar Kémikusok Egyesületével és a Kolozsvári Magyar Kémikusok Egyesületével közösen, az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) egy emléktáblát helyezett el az egykori Vegytani Intézet bejáratához, mely Fabinyi Rudolf kémiaprofesszornak állít emléket.

A Fabinyi által megálmodott és létrehozott Vegytani Intézet, ma is a Babeş-Bolyai Tudományegyetem épülete, ma a Földrajz Kar helyszíne.

Hisszük és reméljük, hogy az épület alapkövének letételénél elhangzott Fabinyi jelmondata – *Neved, híred, dicsőséged örökre fennmaradjon* – ma is érvényes, és segít Fabinyi Rudolf emlékét tisztelettel megőrizni.



Fabinyi Rudolf emléktáblája

Könyvészet

- Dr. Móra László, *Fabinyi Rudolf élete és kora*, Technikai Alapítvány, 1999
- Nagy Róbert-Miklós, Toth Szilárd, *A Kolozsvári Tudományegyetem Rektorai (1872-1919)*. Presa Universitară Clujeană, Kolozsvár, 2022
- Fabinyi Rudolf, *Vegytani Lapok*, 1883, I. kötet, 10–11. szám, 20. old.
- Fabinyi Rudolf, *Vegytani Lapok* 1886, IV. kötet, 1–2. szám, 21. old.
- Fabinyi Rudolf, Patentbericht 105 876
- Fabinyi Rudolf, *Chemiai Folyóirat*, 1899, V. kötet, 51. old
- Majdik Kornélia, Majdik András László, XIII. Tudomány- és Technikatörténeti Online Konferencia, 2020, <https://ojs.emt.ro/TTK/issue/view/18>

Majdik Kornélia

A Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kémia és Vegyészmérnöki Kar, Kolozsvár
e-mail: majdikc@gmail.com

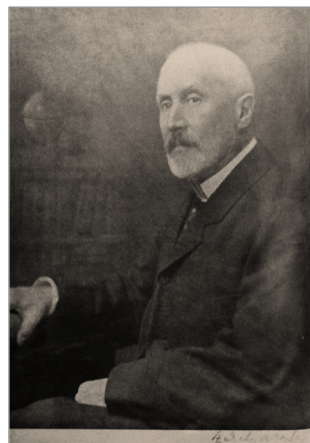


Eötvös Loránd (1848–1919)

*Műlékony életünkben arra törekszünk,
hogy valami maradandót alkossunk.*

Eötvös Loránd

Apja, báró Eötvös József a 19. századi Magyarország kimagasló személyisége. Apja fia születésekor már neves író és nagytekintélyű politikus. Minisztere volt az első felelős magyar kormánynak is, majd közel húsz év múlva az 1867-es kiegyezési kormányának is. Szülei nagy gondot fordítottak oktatására, neveltetésére, kora több neves tudósa gyakorolt személyes hatást a nagyon tehetséges ifjúra. Tanulmányait magántanulóként, a középiskolát a piaristák pesti gimnáziumában végezte. 1865-től jogi és államtudományi tanulmányokat folytatott Pesten, érdeklődése azonban a természettudományok és a matematika felé vonzotta, s a joggal párhuzamosan matematikai, kémiai, ásvány- és közöttani előadásokat is hallgatott. Apja jóváhagyásával döntött 1867-ben – az akkoriban az arisztokraták számára igencsak szokatlan – természettudósi életpálya mellett. Heidelbergben és Königsbergben a kor legkiválóbb tudósainál, Kirhhoffnál, Bunsennél, Helmholtznál, Franz Neumannnál tanult kémiát, matematikát, majd fizikát. 1870-ben summa cum laude minősítéssel doktorált. 1871-től a pesti tudományegyetem fizika tanszékének tanára lett, később a Fizikai Intézet igazgatója volt. Élénk tevékenységet fejtett ki az egyetemi oktatás, a tudósképzés terén. 1873-ban 25 évesen lett a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja, tíz év múlva az Akadémia rendes tagjává, 1889-ben pedig – 41 évesen – elnökévé választotta. Ezt a munkakört 16 éven át látta el úgy, hogy a magyar tudományt igyekezett a kor legmagasabb színvonalára emelni, és az európai vérkeringésbe bekapcsolni. 1891-ben többedmagával megalapította a Matematikai és Fizikai Társulatot és *Mathematikai és Fizikai Lapok* címen folyóiratot indítottak



Eötvös Loránd



el. Rövid ideig kultuszminiszter volt. Azalatt megalapította a ma is létező Eötvös-kollégiumot leendő hivatásuknak elkötelezett tanárjelöltek számára, hogy ott a legmagasabb rangú tudományos képzésben részesüljenek.

Fizikusként két fő kutatási területen munkálkodott. Pályája első részében a folyadékok hajszálcsövésségével (kapillaritás), tehát a folyadékok felületén működő erőkkel foglalkozott. Később új témakörben mélyült el, a gravitáció, a tömegvonzás részleteinek megértése és az ezzel kapcsolatos mérések képezték kísérletei tárgyát.

Tudományos kutatásait 1919-ben bekövetkezett haláláig végezte.

Egyetemes tömegvonzás

Miért ne nyúlna egészen a Holdig?
Pemberton Newtonról

Tankönyveinkben készen, képletekbe tömörítve kapjuk a természet törvényeit, nemigen járjuk végig a „tudás útját”. Pedig ez az út nagyon érdekes és tanulságos lehet, a fővonalról ejtett kitérők a természettudomány megannyi érdekes vonatkozását példázzák. Így van ez a tömegvonzás, a gravitáció vonatkozásában is, amelynek egyik érdekes állomása Eötvös Lorándhoz kapcsolódik.

A 17. századig az égi és földi világot teljesen különállóknak gondolták. Ebben az időben vetődött fel először az ellenkező elképzelés. Newton elgondolása az volt, hogy ugyanaz az erő okozza a testek föld felé történő esését, amely a Holdat Föld körüli pályán tartja. Azt feltételezi, hogy a testek között – tömegüknel fogva – vonzóerő hat, amit egyetemes tömegvonzásnak nevez. A tömegvonzási erőnek függenie kell mindkét test tömegétől, tehát ezek szorzatától, és csökkennie kell a közöttük levő távolsággal.

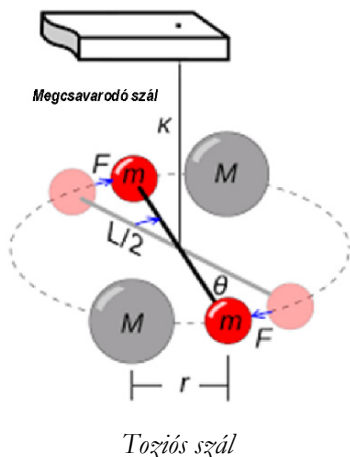
Mivel úgy lehetne képzelni, hogy a Hold görbült pályán „esik” a Föld felé, mégpedig a pályáját begörbítő centripetális gyorsulással $a_{cp} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$, amit a szabadesés gyorsulásának lehetne tekinteni Hold távolságában. A Föld felszínén $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Ezekből az értékekből kiderül, hogy a gyorsulás fordítottan arányos a testek közötti távolság négyzetével. Newton főművében, a *Principiában* írta le ezt a megállapítását.

A varázsvessző: a Coulomb-mérleg

A tömegvonzási erő nagyságát köznapi testek között először Cavendish, angol főúr, amatőr tudós torziós mérleggel határozta meg.



Ilyen eszközt először Charles Auguste Coulomb szerkesztett. Egy vékony szála szerelt vízszintes rúdra két kis tömegű testet szerelt. Ezeknek a közelébe két nagy tömegű ólomgolyót helyezett, amelyek vonzóerőt gyakoroltak a rúd végén található kisebb golyókra. Ezek addig tudták elfordítani a rudat, amíg a megcsavarodó szál ellenállása megengedte. Az egyensúlyi helyzetben a tömegvonzási erőpár forgatónyomatéka egyenlő volt az elcsavarodó szál forgatónyomatékával. Az egyensúlyi helyzethez tartozó elcsavarodási szög értékének pontos leolvasása lehetővé tette a tömegvonzási erő közvetlen kísérleti meghatározását, amelyre Cavendish hihetetlenül kicsi értéket, $1,47 \cdot 10^{-7}$ N-t kapott, ami egy nagyon finom porszem súlya. Ezek után érdemes figyelni a számértékekre, mert ezek megfelelő megválasztása tette lehetővé a mérés pontos végrehajtását. A rúd hossza: 1,8 m, a nagy ólomgömbök tömege egyenként 160 kg. Hogy elkerülje a légáramlatok zavaró hatását, Cavendish a roppant érzékeny berendezést huzatmentes helyiségben állította fel, azon belül is egy vastag falú, 3 méteres zárt fadobozban, és az inga



elfordulását csak egy kis, beépített távcsővel figyelte meg. Kísérlete eredményeként a Föld sűrűségének átlagos értékét adta meg, amit a víz sűrűségénél 5,448-szor nagyobbak talált. *Megmértem a Föld tömegét*, mondta Cavendish, hisz a Föld sugara már az ókorban ismert volt. Az általa kapott érték a ma elfogadott $5,97 \cdot 10^{24}$ kg értékhez közel esett.

Első közelítésben a föld felé eső testek gyorsulását a Föld vonzóereje okozza, a romániai tankönyvek csak ezzel dolgoznak. Így a szabadon eső testek gyorsulására a következő képlet adódik:

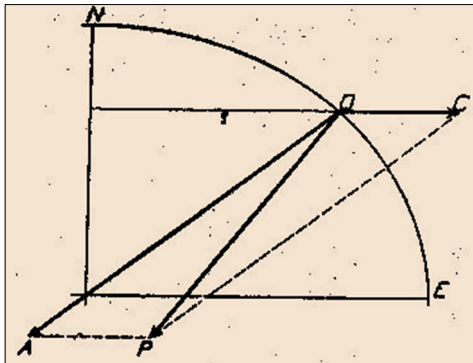
$$g = \frac{kM}{R^2}$$

ahol k az egyetemes tömegvonzási állandó, M a Föld tömege, R a Föld sugara. Észrevehetjük, hogy ebben a közelítésben a Földet gömb alakúnak, anyagát homogénnek tekintjük, a domborzati viszonyokról nem veszünk tudomást.



A nehézségi erő

A szabadon hagyott testekre azonban nemcsak a Föld vonzóereje hat. A felszíni pontokban ehhez hozzáadódik a Föld forgásából adódó centrifugális tehetetlenségi erő. Ezeket vektoriálisan kell összegezni. Az így kapott eredőt a magyar terminológia nehézségi erőnek nevezi, tehát élesen megkülönbözteti a gravitációs vagy tömegvonzási és a nehézségi erőt. A Föld felé szabadon eső



A Föld forgásából adódó centrifugális tehetetlenségi erő

test gyorsulása tehát a nehézségi gyorsulás, azaz a nehézségi erőnek és a test tömegének hányadosa. Függőlegesnek a nehézségi erő és a nehézségi gyorsulás irányát nevezzük. A Föld középpontja felé mutató irány és a nehézségi erő iránya nagyon kis szöget zár be.

Nézzük meg azt a képletet, amelyet ma elfogadottan használnak a nehézségi gyorsulás adott szélességi fokhoz és adott magassághoz tartozó értékének a meghatározására.

$$IGF=9,780327 \cdot (1+0,0053024 \cdot \sin^2\Phi-0,0000058 \cdot \sin^2 2\Phi)-3,086 \cdot 10^{-6}h$$

Ezt találjuk az interneten a nehézségi gyorsulás kalkulátorában, Φ a szélességi fok és h a tengerszint fölötti magasság.

Ennek megfelelően a nehézségi gyorsulás értékei:

<i>Helység</i>	<i>Szélességi fok</i>	<i>Tengerszint feletti magasság (m)</i>	<i>Nehézségi gyorsulás, g (m/s²)</i>
Kolozsvár	46° 46' 22."	344	9,8067
Bukarest	44° 25' 58"	80	9,8055
Moldoveanu hegycsúcs	45° 35' 59"	2544	9,7989



A romániai mechanika tárgyú tankönyvek nem tárgyalják a nehézségi gyorsulás és a gravitációs gyorsulás közötti különbséget. 1 kilogrammos testre átlagos földfelszínnel számolva $F_{gr}=9,86\text{N}$, a centrifugális tehetetlenségi erő az egyenlítőn $F=0,0337\text{N}$, ahol a legszámottevőbb, háromezerszer kisebb, mint a gravitációs erő, így nem játszik módosító szerepet akkor, amikor a feladatmegoldásoknál a $g=10\text{m/s}^2$ közelítést ajánlják.

A nehézségi gyorsulás mérése

Kísérletekkel nem a gravitációs, hanem a nehézségi gyorsulást lehet meghatározni. Ennek ismeretét a tudományos kíváncsiság is megkívánja, de a Föld számos helyi tulajdonságára is utal, tehát sok gyakorlati probléma megoldásában is hathatós segítséget nyújt.

A nehézségi gyorsulást mérte már Galilei, majd Newton, az 1800-as évek elején Bessel német fizikus. Ő jelenti ki, hogy a tudományos tényeket mindig olyan pontossággal kell megvizsgálni, amilyeneket az adott kor tökélesedő segédeszközei lehetővé tesznek. Ezt tette Eötvös Loránd a torziós ingájával, amely a Coulomb-féle torziós mérleg korszerűsített változata volt.

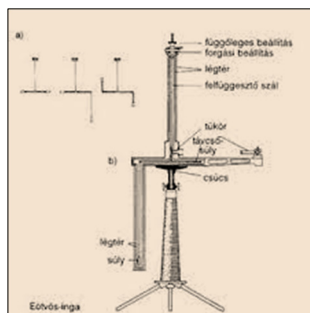
Ő maga így ír róla: *egyszerű egyenes vessző az az eszköz is, melyet én használtam, végein különösen megterhelve és fémtokba zárva, hogy ne zavarja se a levegő háborgása, se a hideg és meleg váltakozása. E vesszőre minden tömeg a közelben és a távolban kifejti irányító hatását; de a drót, melyre fel van függesztve, e hatásnak ellenáll és ellenállva megcsavarodik, e csavarodásával a reá ható erőknek biztos mértékét adván. A Coulomb-féle mérleg különös alakban, ennyi az egész. Egyszerű, mint a Hamlet fuvolója, csak játékosan kell tudni rajta, és miként abból a zenész gyönyörködtező változatokat tud kicsalni, így ebből a fizikus, a maga nem kisebb gyönyörűségére, kiolvashatja a nehézségnek legfinomabb változásait. Eljárásommal bármely helyen, a hol eszközümet felállíthatom, meg tudom határozni, hogy merre, és centiméterenként mennyivel változik a nehézség; azt is, hogy mennyivel hajlik el iránya, mikor magasabbról emelkedünk; és megállapíthatom, milyen az alakja a földfelület bár csak tenyérynyi nagyságú részének, hogy merre görbül erősebben az a kicsiny vízfelület, a mely egy pohárban elfér, a melynek eltérését a sík alaktól azelőtt legfeljebb gyanítani lehetett.*

Eötvös mérései tehát viszonylagos, idegen szóval relatív mérések voltak. Ha egy pontban ismert a kívánt mennyiség értéke, akkor a kis térrészekben jelentkező változásaiból a többi pontra is megadható. Ezzel szemben az abszolút mérések célja egyetlen pontban meghatározni a kívánt mennyiség értékét.



A görbületi variométer

Ez az eszköz a nehézségi gyorsulás irányának a változásaira enged következtetni azáltal, hogy inhomogén mezőben a szál addig csavarodik, amíg befordulásával helyzeti energiáját tudja csökkenteni. A legkisebb helyzeti energiára való törekvés általánosan érvényesülő elv a természetben. Ezzel az eszközzel kirajzolható annak a képzeletbeli felületnek a felszíne, amelynek minden pontjában az oda elhelyezett testnek azonos nagyságú helyzeti energiája lenne, ebből a nehézségi erőter helyi görbületére lehet következtetni.



A görbületi variométer

A horizontális variométer

Ennek megalkotásakor Eötvös remek ötlete az volt, hogy a 0,03–0,02 mm átmérőjű rugalmas wolfram- vagy platinaszálon függő vízszintes ingarúdról az egyik tömeget levette, és az ábrán látható módon vékony szálra felfüggesztve h távolsággal lejjebb lógatta. Erre a szerkezetre egyrészt a nehézségi erőter térbeli változásából származó forgatónyomaték, másrészt ezzel ellentétesen a felfüggesztő szál csavarási nyomatéka hat. Ez teszi lehetővé a nehézségi erőter változását jellemző mennyiségek meghatározását. Ezek közül fontos a hosszúságegységre eső változás meghatározása, ez teszi lehetővé a felszín alatt levő tömegegyenetlenségek, sűrűség-ingadozások kimutatását.



A horizontális variométer

A Föld alakjának kérdése

*Miként kell a kérdést felállítani úgy,
hogy a természet megfelelhessen rá?*
Eötvös Loránd

A görbületi mérések eredményeinek a feldolgozása a Föld elméleti alakjának, a geoidnak a kirajzolásában játszik szerepet. Ez a nehézségi erőter azon szintfelülete, amely a nyugalmi tengersizinttel esik egybe, mert a nyugvó folya-



dékok felszíne mindenütt merőleges a nehézségi gyorsulás vektorára. Tehát a geoid finomszerkezetét lehet letapogatni a görbületi variométerrel.

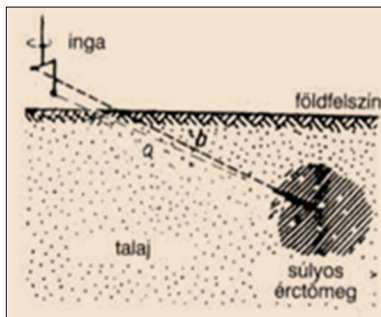
Azok az országok, amelyek tengerrel rendelkeznek, mérőállomásokon követik a tenger szintjét, s az azokból számított középértékhez viszonyítják a tengerszint feletti magasságokat, a helyi korrekciók figyelembevételével. Ezek pontos ismeretere a térképek készítésénél, hidak, alagutak tervezésénél van szükség.

Altalajkutató

*A földkéreg oly mélységeibe pillanthatunk be,
ahová szemünk nem hatolhat és fúróink el nem érnek*
Eötvös Loránd

A horizontális variométerrel a talajban létező tömegegyenetlenségeket, sűrűségingadozásokat lehet felderíteni. Ezek ércvek, olajrétegek jelenlétére utalnak. Így nagyon nagy érdeklődés volt irántuk az 1950-es évekig, amikor a legkorszerűbb ilyen vonatkozású eljárásnak bizonyultak.

Ilyen méréseket végeztek Kecskemét környékén, az ottani 1911-ben történt nagy földrengés után. Egy tektonikus árkot találtak, aminek nyilván kapcsolata van a korábbi eseménnyel.



Sűrűségingadozás mérése talajban

A mérések

Nehéz, fáradságos munka volt.
Cholnoky Jenő

A nagy földrajzi felfedező elszántsága, változatos kellékára és hatalmas szállítóképessége volt szükséges ahhoz, hogy Eötvös és munkacsoportja a méréseket el tudja végezni.

Mai ésszel elképzelhetetlen, hogy az óriási adathalmazt hogyan lehetett számítógépes segédlet nélkül rendszerezni, tárolni, feldolgozni. Több száz mérőállomáson mérések ezreit végezték el, úgy, hogy ezek közül egy-egy is kb. két órát vett igénybe. A befagyott Balaton jegén temérdek mérést hajtottak végre. Ezekről így ír



a munkában végig résztvevő Cholnoky Jenő földrajztudós: *A méréseket csak éjjel lehetett végezni, nappal a napsütés zavarokat okozott. Nebész, fáradságos munka volt, -20, -25 fok hidegben meleg ágyból kiugrani, a műszert leolvasni és átállítani, azután megint visszafeküdni, s tovább aludni. A sátor belsejét kis petróleumkályhával fűtöttük... fenn, a sátor tetejének közelében a szalonna megolvadt, lemm, a padozaton, a kannában megfagyott a víz...*

Eötvös pedig így: *Harmincz különböző állomáson végzett mérésekből meg tudtam állapítani, merre görbül erősebben, merre kevésbé a nyugvó víz szintje, merre és mennyivel nagyobbodik a nehézség s mindezek alapján a jég és víz és a fenék homokja alatt egy Kenesétől majdnem Tihanyig elbúzódo tömeg-fölbalmozódást, mondjuk, egy heggyerinczet fedeztem föl. Azzal a kíváncsisággal, melyhely az utazó, ismeretlen vidékekre jutván, hegyeit és völgyeit kutatja, jártam én is a Balatonon. Az én ismeretlen vidékem ott feküdt mélyen, a jég sima tükre alatt; nem láttam, s nem is fogom látni soha, csak eszközöm érezte meg és mégis mily nehezen váltam meg tőle, mikor a jég olvadása gyorsan partraszállásra kényszerített.*



Mérések a befagyott Balaton jegén

ményeit. Az inga aradi bemutatásának lelkesítő hatására Sir Howard Darwin (Charles Darwin fia) beadványt nyújtott be a kormányhoz, aminek következtében az ország irányító testülete 1907-től 3 éven keresztül Eötvös addigi éves működési költségének sokszorosával támogatta a kutatásait, óriási lökést adva ezzel a műszer további fejlesztéséhez.

Eötvös 1919-ben bekövetkezett haláláig 1420 ponton végeztek a nehézségi erőtér jellemzőire vonatkozó méréseket. Ezeket, ahol a helyi körülmények megengedték, általában szabályos hálózatban végezték, kezdetben 3–4, majd 2, ill. 1 km-es állomástávolsággal.

1910 táján felmérték az Erdélyi medencét, az igazi nagy siker 1916-ban a Felvidéken történt méréssorozat volt. Ott a Morva mezőn, Egbellnél altalajkincset fedeztek fel, az ugyanazokon a helyszíneken végzett mágneses mérésekkel pedig még a kőzetek összetételére is következtetni lehetett.



A súlyos tömeg és a tehetetlen tömeg egyenértékűsége

Mai szempontból a legfontosabb Eötvös azon kísérlete, amellyel kimutatta a tehetetlen (inerciális) és súlyos (tömegvonzást okozó) tömeg egyenértékűségét, azonosságát. A nehézségi erő gravitációs összetevője a súlyos tömeggel arányos, a centrifugális tehetetlenségi erő viszont a tehetetlenségi erővel. Ha ez a kétféle tömeg nem lenne egyenlő, azt a torziós szál felcsavarodása mutatná ki, amikor a Kelet-Nyugat irányba elhelyezett Eötvös-ingát 180 fokkal elfordítanák. Ilyen jelenséget még a legérzékenyebb ingával sem sikerült észlelni, tehát a rendkívüli mérési pontosság határáig a kétféle tömeg egyenértékű. Ennek a megállapítása mindmáig a magyar kísérleti fizika csúcsteljesítménye. Einstein rendkívül értékesnek ítélte, az általános relativitáselmélet kísérleti kiindulópontjaként használta.

Az Eötvös-hatás

Minden nehezebb lesz, ha nyugatra lendül
Gellért Oszkár

A centrifugális tehetetlenségi erő, amelynek egyik komponense a nehézségi erőt csökkenti, függ a föld felszínén mozgó test sebességétől. A Föld kelet felé történő forgása miatt a kelet felé mozgó testek sebességéhez hozzáadódik a Föld adott pontjának kerületi sebessége, így növeli a centrifugális tehetetlenségi erőt, így ugyanazon tárgyra ható nehézségi erő kisebb, ha az kelet felé mozog és nagyobb, ha ez nyugat felé történik. Ezt is sikerült kimérni a torziós ingákkal.

10km per órához közelebbi sebességnél a nehézségi gyorsulás változása kb. 0,00003-szorosa a nehézségi gyorsulás értékének. A jelenséget Eötvös-jelenségként tartja számon a tudomány. Ezek szerint ugyanazon emberre ható nehézségi erő más és más, ha az kelet vagy nyugat felé sétál.

A pontosság bővületében

A tankönyvekben ajánlott fizikapéldák szerint a jelenségeket elsősorban meghatározó tényezőknél jelentéktelenebb tényezőket figyelmen kívül hagyjuk. Viszont a tudományos célú kísérletezésben éppen ellenkezőképpen kell eljárni: az összes tényezőket figyelembe kell venni, mert a mérés eredményének pontosságát minden elhanyagolás rontja.



Ezért Eötvös átgondolt minden zavaró körülményt, és azokat a lehetőségek végső határáig igyekezett kiküszöbölni: hőmérsékletváltozás, a levegő mozgása, leolvasó személy által gyakorolt vonzóerő, terepi mérésekkor mágneses hatások.

A műszerek érzékenységének a fokozása rendkívüli leleményességet igényelt, a szál megválasztásától a leolvasó berendezés megtervezéséig. A szálnak a mérés előtt teljesen csavarosodás mentesnek kell lennie és nagyon érzékenynek, így az emberi hajszálnál is vékonyabb a 0,03–0,02 mm átmérőjű rugalmas wolfram- vagy platinaszálat használt. A csavarodási szögeket úgy tudta pontosan leolvasni, hogy a szála egy könnyű tükröt rögzített, azt vékony fénysugárral megvilágította. A visszavert fénynyaláb egy távolabb elhelyezett skálát világított meg, így a fénynyaláb nagyon hosszú mutatóként működött. Olyan műszert is szerkesztett, amelyben a rezonancia jelenségének kihasználásával sokszorozta meg az elfordulási szöget, illetve dinamikus méréssel (inga lengésidejének változása) mérte a nehézségi gyorsulás változásait. Egyik műszerét (gravitációs kompenzátor) sikerült olyan érzékennyé tenni, hogy az a Duna vízszintjének egy centiméternyi változását is kimutatta.

Aranyérem a Párizsi Világkiállításon: a finommechanikai ipar meghonosítása

Eötvös tevékenysége közvetve a finommechanikai ipar magyarországi meghonosításához vezetett.

Ez Eötvös műszerkészítőjének, Süss Nándornak a nevéhez fűződik. Termékeny konstruktőr, nagy képzettségű műszerész és kiváló oktató volt. Régi németországi mechanikus család sarja volt, 1876-ban, a négy éve alakult kolozsvári egyetem meghívására jött az akkori Magyarországra, az Egyetemi Mechanikusi Állomás megszervezésére és vezetésére. 1884-ben a Budapesten létesített Állami Mechanikai Tanműhely országos mechanikusa, vezetője lett. A műhely célja „a műmechanikának Magyarországon való elterjesztése” volt. Intézetének hírét leginkább az Eötvös-inga alapozta meg, melyből az első példány 1891-ben készült. Süss Nándor Eötvös-ingái többször részesültek nemzetközi elismerésben, 1900-ban pedig a Párizsi Világkiállítás Nagydíjában. 1900-ban a tanműhely megszűnt és magánvállalattá lett (Süss Nándor-féle Precíziós Mechanikai Intézet). Ebből fejlődött ki a Magyar Optikai Művek (MOM).



Az Eötvös-ingák reneszánsza

A 2000-es évek közepétől ismét fokozott érdeklődés terelődött az Eötvös-ingák geodéziai használatára. A még meglévőket és az Eötvös munkatársai által, halála után épített példányokat korszerűsítették, a modern technológia lehetőségeit kihasználó elemeket építettek ezekbe.

A legfontosabb átalakítás a műszerek leolvasó rendszerét érintette, a hagyományos optikai leolvasást CCD-érzékelők alkalmazásával és megfelelő képiértékelő szoftverek készítésével automatizálták (Tóth et al. 2014, Völgyesi et al. 2018). Korábban az ingák csillapodását követően csupán egyetlen vizuális leolvasás követhette, ehelyett így lehetőség adódik a csillapodási görbe részletes elemzésére, mivel folyamatosan, másodpercenként akár 10–20 leolvasást is lehet végezni. Az utóbbi időben új torziós szálak készítésére is történtek előkészületek. Az adatfeldolgozás során számítások sokasága végezhető el – megfelelő matematikai modellek alkalmazásával – így a földfelszín pontjaira megadhatók a nehézségi erőtér jellemző adatai.

A hegymászás úttörője

Költőibb élvezet ennél nincs.
Eötvös Loránd

A legnagyobb magyar hegymászók között tartja számon a szakma.

Állítólag apjától örökölte a hegymászás szenvedélyét, miközben olyan csúcsokat is meghódított, melyeket korábban mászhatatlannak tekintettek. Tizennyolc éves korában két hónapos hegymászó expedíción vett részt, amelynek fénypontja a Monte Rosa nevű 4678 méter magas jégkolosszus megmászása volt. Leányaival sokat és intenzíven sportoltak, egyszer például kibicikliztek Olaszországba az Alpokba. A Túrista Magazin szerint magashegyi túráinak száma legalább 500-ra tehető. Legkevesebb 110 önálló csúcsot mászott meg. Első megmászásainak száma, ha a hágókat is beleszámítjuk, körülbelül 25–30 lehetett. Ezek közül talán a leghíresebb, az addig elérhetetlennek hitt Croda da



Eötvös hegymászó lányai



Lago élesen felszökő tarajának elérése. Körülbelül ugyanennyi csúcsra, mint második, harmadik vagy negyedik jutott fel (...). Hegymászó és feltáró érdemeinek elismeréséül a Cadin csoport második legmagasabb csúcsát (2837m) Cima di Eötvösnek nevezték el. Nemcsak saját kedvtelésére turistáskodott, hanem sokat tett a magyar természetjárás fejlesztéséért és népszerűsítéséért. Részben az ő kezdeményezésére alakult meg 1888-ban a Magyarországi Kárpát Egyesület, melynek elnökéül választották, majd a Magyar Turista Egyesület elnökeként segítette a hazai turizmus felvirágoztatását.

A tudós fotográfus

Eötvös korának egyik legkiválóbb amatőr fényképésze volt. Hasznos tudományos segédeszköz gyanánt is használta a fényképezést, de ezen túlmenően felvételei érdekes kortörténeti dokumentumok, amelyek megőrik a korának Budapestjét, mérési expedícióinak mozzanatait, lányai és saját csúcsmászásait. Természeti szépségekről, például a dél-tiroli Dolomitokról készített, saját kidolgozású tájképei az akkori magyar fotóművészet legkiválóbb alkotásai közé tartoznak. Sok tízezernyi felvételéből mintegy 2300 fennmaradt, túlnyomórészt sztereó-diapozitív. A legtöbb ilyen kép egy tárgyról két objektívessel készült, de két fényképezőgéppel egyszerre, illetve egy géppel egymást követően, azonos körülmények között is lehet sztereó képet készíteni. Több kamerát, állványokat is használt, ezek mind nagy méretűek voltak, ezért legtöbbször hordárt kellett fogadnia a felszerelés szállítására.



Budapest, Körút



Sztereó-diapozitív fotó



Eötvös emlékezete

Einstein Eötvös halálakor azt írta: *A fizika egy fejedelme halt meg.* Nem véletlen, hogy háromszor is jelölték Nobel-díjra. Szerteágazó életpályájára, eredményeire emlékeztet a róla elevezett Eötvös Loránd Tudományegyetem, rövidítve ELTE, a legrangosabb magyar fizikaverseny, az Eötvös-verseny, a nevét viselő kisbolygó. Az UNESCO halálának századik évfordulóját (2019) Eötvös-évnak hirdette meg. A nehézségi gyorsulás hosszúságegységre eső változásának mértékegységét az SI-ben Eötvös-egységnek nevezik. Több köztéri szobra is áll.

Eötvös egy napja (olvasmány)

Egy kellemes, nyári hajnalon képzeljük magunk elé kissé zömök termetét, nemes vonású, meleg tekintetű arcát, amint kilép pestszentlőrinci villája kapuján, fejére teszi kalapját, búcsút int az ablakon még álmosan kitekintő feleségének, Horváth Gizellának, s két serdülő lányának, Ilonának és Rolandának, aztán egy könnyed, hátrázott mozdulattal nyeregbe pattan, majd kedves Kevély nevű lován, azon a szép arab telivéren gyors ügetéssel belovagol az egyetemre. Lovát beköti a Nemzeti Múzeum mögött lévő Nemzeti Lovarda Ybl-tervezte szép épületének istállójába, besiet a Fizikai Intézet épületébe, a „D” épületbe, mely ma is áll, mely még Eötvös elképzelései alapján épült... Fölsietett az épület emeletén található lakásukba, hisz vidéken csak a kellemes tavaszra, illetve a közelgő nyárra való tekintettel tartózkodik a család. Átsétál a Fizikai Intézet helyiségeibe, megkérdi adjunktusát vagy tanársegédét, Pekár Dezsőt vagy épp Klupathy Jenőt: elő vannak-e készítve – mint előzőleg már megbeszéltek – az új, szemléltető kísérleti eszközök a nagy előadóba, melyek elkészültét oly örömmel tapasztalta Süss Nándor optikai műhelyében. Minden rendben, kezdődhet az előadás. ... Előadás után még néhány diákjával elbeszélget egyes részletkérdésekről, majd a mágneses mérések fotográfálását kérdezi Pekártól. Ebéd után egy ideig egyik akadémiai beszédén dolgozik, hisz mint a Magyar Tudományos Akadémia elnöke a kutatás, a geofizikai terepi munkák hétvégi felügyelete és az egyetemi oktatás mellett számos más, olykor kissé terhes társadalmi, vagy éppen politikai kötelezettsége is volt. A délutáni ejtőzés helyett, ha ideje engedi, az aktív pihenést választva, legalább a Gellért-hegyre kirándul, de ha kissé több ideje marad, az egyik oldalsó helyiségből kihozza kerékpárját, s egyik tanítványával útra kelnek, s a Vámház körúton végighajtva, a hídpénzt leróva átkarikáznak az új Ferencz József-hídon, vagyis a mai Szabadság hídon, s a budai oldalon egész Budatétényig nyargalnak, majd vissza. Kimelegedve, kellemesen elcsigázva, vagy ott vagy már hazafelé, az alkonyi fényekben gyönyörködve elhíhet, hogy azért egy korsó sör is belefért idejükbe (Turisták Lapja 50 (1938) No. 5. pp. 254–255).



Könyvészet

- *Eötvös Loránd tudományos és művelődéspolitikai írásai*ból, Téka sorozat, Kritérium Könyvkiadó, Bukarest, 1980
- Simonyi Károly: A magyarországi fizika kultúrtörténete, XIX. Század, *Természet Világa* 2001. Évi 1. különszáma
- Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*, Gondolat kiadó, Budapest, 1978
- <http://www.matud.iif.hu/98jul/mesko.html>
- https://www.termvil.hu/archiv/fizika_eve/tortenet/fiztort/eotvos/kormendi.html
- <http://www.matud.iif.hu/2012/06/08.htm>
- <https://edit.elte.hu/xmlui/bitstream/handle/10831/44576/GK.2019.5.1->
- *Turisták Lapja* 50 (1938) No. 5. pp. 254–255
- <https://punkt.hu/2023/08/27/a-magyar-mukedvelo-fenykepezes-kimagaslo-alakjabaro-eotvos-lorand-1848-1919/>
- <https://cultura.hu/kultura/eotvos-lorand-a-fizika-egyik-fejedelme>
- <https://virtualiskiallitas.kozlekedesmuzeum.hu>

Máthé Márta

nyugalmazott fizikatanár, Bolyai Farkas Elméleti Líceum, Marosvásárhely
e-mail: m.marta1212@gmail.com



Nemes Tihamér, a korát megelőző elme

Bevezető

A *kibernetika* nagyon érdekes kifejezés. A szót magát Norbert Wiener (Columbia, Missouri, 1894. november 26. – Stockholm, Svédország, 1964. március 18.) amerikai matematikus alkotta meg 1946-ban. A kibernetika a *küibernetész* görög szóból származik, amelynek jelentése egyszerűen az, hogy *kormányos*.

A kifejezés érdekessége nem merül ki csak a jelentésében, hanem a tartalmában is igen érdekes az a szakterület, amelyre vonatkozik. Norbert Wiener *Kibernetika vagy szabályozás és hírközlés élőlényekben és gépekben* című könyvében az információfeldolgozást és a szabályozást tartja ennek az új tudományterület alapjának. Élőlények és gépek. Valóban, H. Schmidt már 1940-ben rámutatott arra, hogy a technikában és az élőlényekben fellépő szabályozási folyamatoknak vannak közös vonásai. És akkor ehhez még hozzájön a híradástechnika, a hírközlés is.



Nemes Tihamér

A kibernetika tehát dinamikus rendszereket vizsgál, vagyis olyan rendszereket, amelyek a külvilággal való kölcsönhatás során változnak. Reagálnak a külvilág hatásaira, válaszreakciókat fogalmaznak meg, szoros interakcióban vannak vele.

Az előbbiekből kiderül, hogy a kibernetikába nagyon sok minden beletartozik: formális logika, a különböző ítélet-, állítmány-, osztály-, relációkalkulusok, digitális elektronika, információelmélet, automaták, játékgépek, robotok stb. Vagyis minden, ami nemcsak az 1940-es években volt érdekes, hanem szinte száz év múltán, ma a 21. században is.

Magyarországon a kibernetika első nagy kormányosa, hazai úttörője Nemes Tihamér volt, akit joggal nevezhetünk a számítástechnika egyik első magyar művelőjének is.



Könyvében, az 1962-ben megjelent *Kibernetikai gépek*-ben külön fejezetet szentel a számítástechnikának, a digitális elektronikának is. A könyv halála után jelent meg, munkatársai, barátai így tisztelegtek emlékének. A könyv a magyar kiadást követően 5 évvel németül és 7 évvel angolul is megjelent.

1769-ben Kempelen Farkas (Pozsony, 1734. január 23. – Bécs, 1804. március 26.), a 18. század legjelentősebb magyar polihisztorja, már sakkozógépet készített. Habár *A Török* néven híressé vált gépe nem volt teljesen automatikus, mert egy ember is el volt rejtve benne, ez keveset von le a találmány újszerűségéből, hiszen az ember nem volt a közönség számára látható, hanem rafináltan elhelyezett tükrök és rések segítségével belülről tájékozódott.

Nemes Tihamér is a sakk szerelmese volt, sakkozó- és sakkeladványokat megoldó gépei az emberi gondolkodás modellezésére szolgáltak. 180 év telt el Kempelen Farkas sakkozógépétől, amikor Nemes Tihamér 1949-ben megalakította saját gépének egyik tervrajzát (*The chessplaying machine*. Acta Techn. Hung., 1951.).

Nemes Tihamér gépében már nem rejtőzött ember, teljesen automatikus volt, és nemcsak sakkozni tudó gépet tervezett, hanem egyik tanulmányában a kétlépéses sakkeladványok megfejtésének az algoritmusát is tárgyalta és közölte erre szolgáló gépének a blokk-sémáját, vázlatát.

Nem ezek voltak az egyedüli gépei, fordítógépével, beszédíró gépével, logikai gépével stb. mérnökként a leghaladóbb réteget képviselte. Szárnyaló fantáziájával, megoldásaival mindenkit lenyűgözött. Izig-vérig mérnök volt. A mi példaképünk.

Nemes Tihamér élete

Hogyan alakulhatott egy olyan fiatal életútja, aki felnőttként ilyen érdekes szakterülettel foglalkozott, aki annyi hasznos szabadalmat nyújtott be?

Budapesten született 1895. április 29-én. Édesapja Nemes Mihály, édesanyja Auguszt Mária. Édesapja festő és illusztrátor (történelmi viseleteket rajzolt, katonai egyenruhákat tervezett), édesanyja cukrász volt. Házasságukból négy gyermek született: Tihamér, Hajnalka, Ibolya és Attila.

Nemes Tihamér iskoláit a lakásukhoz közeli, Szarvas tér 8. alatti elemi iskolában kezdte. A négyosztályos elemi iskola után a nyolcosztályos gimnáziumi tanulmányait 1905–1913 között a IV. kerületi (belvárosi) községi főreáliskolában (a mai Eötvös József Gimnázium) végezte tandíjmentesen.

Például az iskola értesítőjéből megtudhatjuk, hogy *Az 1906. június 29-én tartott záróünnepélyen a következő jeles tanulók kaptak jutalomkönyvet a székesfőváros tanácsa által kintalványozott 200 koronás adományból: I. B) Nemes Tihamér.* És azt is,



hogy az osztályfőnöke dr. Kaiblinger Fülöp volt. Német nyelvből és szépírásból 2-es osztályzattal zárták le, a többiből színes volt.

1907-ben is jutalmat kapott, ekkor minden tantárgyból szín 1-es osztályzata volt, emiatt ösztöndíjat is kapott a „Királylátogatási emlék”-alapítvány kamataiból. 1908-ban, III. osztályos tanulóként is jutalmat kapott. A mennyiségtan és torna 2-esén kívül minden más tantárgyból szín 1-es tanuló volt.

A *Pesti Hírlap*, 1908. április 24-i 100. számából megtudjuk, hogy *A IV. ker. főreáliskolai 100 koronás jutalomdíjat a tanács Nemes Tihamér tanulónak adományozta.*

IV. osztályban is színjeles tanuló lett minden tantárgyból. 100 koronás jutalomdíjat megtartotta 1910-ben V. osztályos tanulóként is, de a VI., VII. osztályban is. Ekkor csak francia nyelvből és tornából volt kettese. Több iskolai ünnepélyen is zongorázott.

Fizikagyakorlaton vett részt, amelyen a következő témákat érintették: sűrűségmérés tömegmérés és térfogatszámítás útján; sűrűségmérés tömeg- és térfogat-méréssel; hőmérséklet-mérés termométer és katetométer segítségével; a szferométer csavarment magasságának meghatározása; görbületi sugár mérése szferométerrel; pontos tömegmérés mérleggel; sűrűségmérés hidrosztatikai mérleggel és piknométerrel; folyadékok sűrűségének meghatározása areométerrel; levegő sűrűségének meghatározása pneumatikus kóddal; arany tárgy finomságának meghatározása; nehézségi gyorsulás mérése rúdingókkal; a homorú tükör gyújtótávolságának mérése optikai úton; gyújtólencsék gyújtótávolságának mérése optikai úton; a víz és üveg törésmutatójának mérése; a totális reflexió szögének meghatározása üvegnél; planparallel lemezek törésmutatójának mérése mikroszkóppal és katetométerrel; szögmérés teodolittal.

VIII. osztályos korában is részt vett a fizikagyakorlaton, ekkor mikroszkóppal kísérleteztek, fényerősséget, hullámhosszt mértek, és az elektromosságban is belekóstoltak.

Rajzaiért és természettudományos előadásáért egy pengő jutalmat kapott. Magyar, francia és német nyelvből, valamint tornából 2-esre zárták le, a többiből 1-es osztályzatot kapott. Az említett tantárgyak mellett vallástan, történelem, természettan, mennyiségtan, ábrázoló geometria, szabadkézi rajz, bölcséleti előtan voltak a tantárgyai, ezeken kívül magaviseletből kaptak még osztályzatot.

A „Királylátogatási emlék”-alapítvány 100 koronás jutalomdíját VIII. osztályos tanulóként is megkapta.

Nemes Tihamér kiváló, ösztöndíjas tanuló volt, szerette a természettudományokat, a matematikát, emellett szépen rajzolt és zongorázott.

Egyetemista éveit Budapesten a Királyi József Műegyetemen töltötte, ahol 1917-ben szerzett oklevelet.

A tanult tárgyak között szerepelt az analízis és geometria, az ábrázoló geometria, a mechanika, az általános géptan, az elektrogépek.



1918-ban a *Természettudományi Közlöny* már okleveles gépészmérnökként és a Természettudományi Társaság tagjaként említi.

A *Vicinális Dugóbúzó* a Budapesti Műegyetem humoros folyóirata volt, amelyet a Gépészmérnöki Kar hallgatói alapítottak. Nemes Tihamér ennek hamar munkatársává vált, és még az egyetem elvégzése után is szerkesztette. A folyóirat célja az volt, hogy a tudományos írások humoros formában kerüljenek az olvasók kezébe. Nemes Tihamér nemcsak írt, hanem rajzolt is a lap hasábjaira.

1917. november 2-án megtartott 5. rendes ülésén a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet is tagjává választotta.

1921-ig a Magyar Lloyd Repülőgép- és Motorgyár Rt. repülőgépgyárában dolgozott, majd a Telefonhírmondóhoz került. A telefonhírmondó is magyar találmány, Puskás Tivadar fejlesztette ki. Célja az elképzelhető leggyorsabb hírszolgáltatás volt. 1893. február 15-én kezdte meg működését a következő szavakkal: *Üdvözljük Budapest lakosságát. Üdvözljük olyan szokatlan módon, amely páratlan az egész világon.* Egyetlenegy mikrofonba olvasott hír a városnak több különböző pontján egyidejűleg lett hallható.

Hamarosan a Telefonhírmondó Rt. főmérnöke lett, ekkor már Budapesten közel 1200 km kábel volt lefektetve és 7000 körüli volt az előfizetők száma.

A *Világ* 1922. április 9-i 82. száma arról számol be, hogy vidékre is kiterjesztik a telefonhírmondót, és ifj. Lovik Károly így számol be újságírói látogatásáról: *Most még egy emelettel följebb mentem, a Telefonhírmondó technikai központjába, ahol Nemes Tihamér főmérnök kezdte el magyarázni a telefonhírmondó technikai berendezését.*

Volt iskolájáról sem feledkezett meg, 1922-ben a fizikaszertárnak két hangvillát és egy audion-lámpát adományozott.

Nemes Tihamér 1926. március 18-án Józsefvárosban házasságot kötött Ruser Margittal, Ruser Henrik Emil és Silye Etelka lányával.

A Telefonhírmondó Rt. 1925. december 1-jén egyesült az akkor induló Magyar Rádióval. Nemes Tihamért ekkor az Elektromos és Finommechanikai Gyár Rt. igazgatójának nevezték ki, majd 1929-től a Posta Kísérleti Állomására került. Az 1930-as évek közepétől megkezdte a televíziózás elméleti és gyakorlati tanulmányozását.

1950-től Nemes Tihamér a Távközlési Kutató Intézet tudományos munkatársa lett. Az 1950. június 25-én kirobbant koreai háború miatt az intézetnek elsősorban haditechnikai feladatokat kellett megoldania, de az 1956-os forradalom leverése után a kormány minden katonai programot leállított, így egy időre az intézet nagy erőket fordíthatott a polgári célú feladatokra.

1952-ben a Beloiannisz Híradástechnikai Gyárban dolgozott.

A Magyar Tudományos Akadémia több évtizedes sikeres és kiemelkedő kutatómunkája elismeréseként 1952. december 31-én a műszaki tudományok



kandidátusa, majd 1957. február 28-i ülésén a műszaki tudományok doktora címet adományozta Nemes Tihamérnak.

1955-ben nyugdíjba vonult, ám változatlan lendülettel folytatta tudományos munkásságát részben társadalmi munkában, részben a műszaki egyetem Híradástechnikai Tanszékén. 1957-ig a Magyar Televíziónál is dolgozott.

Nemes Tihamér 1960. április 1-jén, 65 éves korában hirtelen elhunyt. A Kép- és hangtechnika 3. száma így ír: *Ismét egy pionír eltávozását kell jelenteniünk. Rendkívül sokoldalú volt, a széles mérnöki területen és a fizika újszólván minden ágában otthonosan érezte magát.*

A sírnál, a Farkasréti temetőben, az Akadémia részéről Bognár Géza, a Posta Kísérleti Intézet részéről pedig Molnár János búcsúztatta a műszaki polihisztort.

Nevét viseli a Nemes Tihamér Nemzetközi Informatikai Tanulmányi Verseny, amely 1985-ben indult útjára, s amelybe az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság szervezésében az erdélyi diákok, középiskolák is bekapcsolódtak 1991 óta.

Békéscsabán egy középiskola viseli a nevét 2017. szeptember elsejétől.

Nemes Tihamér kutatási eredményei, találmányai

A Posta Kísérleti Állomáson kezdtek behatóbban csúcsosodni kutatási eredményei, amelyeket szakfolyóiratokban közölt. Kezdetben távbeszélőkészülék-fejlesztéssel foglalkozott, és Tomits Iván munkatársaként egyik megalkotója a híres, több évtizeden át gyártott CB 35-ös bakelitházazs telefonkészüléknek, amely jó hangminőséget garantált.

Az 1922 és 1944 közötti időszakban Nemes Tihamért a következő kérdések foglalkoztatták: elektromos hangszerek (például éterorgona), rezgéselemző, vagyis mai szóhasználattal spektrumanalizátor, távbeszélőkészülékek és ezen belül akusztikus kérdések (beszélő gép), szótagértékettség-mérések és mágnesek méretezése, hőáramlás, távolbalítás, azaz mai nevén televízió, fényelektromos vezérlés, beszédírógép, járógép, logikai gép, számítógép.



Magyar Rádió Újság, 1929/2



• *A színes televízió*

A legkedvesebb témája mindenképp a televízió volt, már az 1930-as években sokat foglalkozott vele, ám 1953-ban a Postakísérleti Állomáson vett részt az első magyar televíziós kép- és hangadó berendezés létrehozásában. Ennek keretében dolgozta ki a 625 soros „flying-spot” filmkövetítő egységet saját találmányú kettős optikai rendszerrel.

Molnár János így emlékezett vissza erre: *Magyarországon első ízben ő mutatta be a 30-as évek elején a Nipkow-társas közvetítést neonsöves visszajátzóval, ugyancsak ő dolgozta ki először a katódsöves (flying-spot) képbontást a 30-as évek végén. Egy Nipkow-társas képbontást, illetve képviszaváltást a 30-as évek elején a Kossuth Lajos utcában tartott rádió-kiállításon be is mutatott.*

Nemes Tihamér 1938-ban egy alapjaiban új és irányt mutató rendszert dolgozott ki a színes „távolbalátásra”, vagyis televízióra. A rendszernél az adó- és vevőoldalon a három alapszínben való szűrés szinkron váltakozik. A színszűrés váltakozása nem mechanikus, hanem villamos úton, Kerr-cellával történik.

Nemes Tihamér postafőmérnököt sokan ismerik, de kevesen tudják róla, hogy ma Magyarországon ő a televízió legnagyobb szakértője és talán jelenleg egyedüli művelője. – írta róla a Rádió Technika 1948 januári száma.

1953. február 1-jén a postaügyi miniszter felügyelete alatt megalakult a Magyar Televízió Vállalat. Míg a vevőkészülék fejlesztésével az Orion gyár foglalkozott, addig az adó kiépítésével Nemes Tihamért bízták meg. Egy 50 W-os hang- és egy 100 W-os képadót készített el. Berendezése 1956 közepéig volt üzemben.

Megoldásairól több publikáció és előadás is született.

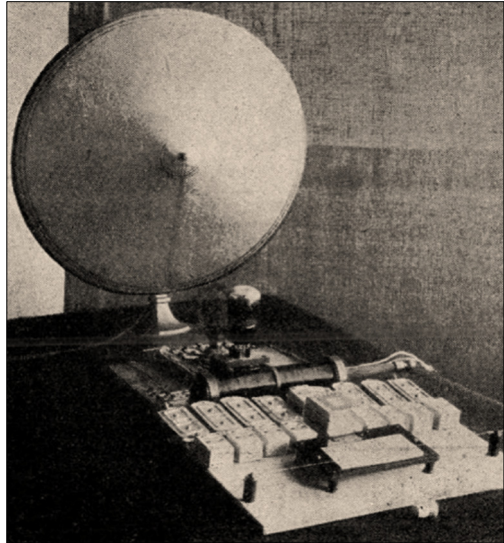
• *Az éterorgona*

1930-ban szabadalmaztatta elektronikus („éter-”) orgonáját, melynek egy oktávját el is készítette. *Többszólamú éter-hangszerét megvette Amerika. – adta hírül a Magyarország 1930. április 17-én – Egy amerikai gyáros, az Engineering Federation igazgatója Budapesten járt és véletlenül tudomást szerzett a bemutatóról. Azonnal lekötötte, börtöndöt készített a hangszer számára s magával vitte Amerikába.*

A hangszer szép karriert futott be Amerikában. Nemes Tihamér így nyilatkozott róla: *Az enyém mindenképp több szólamú és mint ilyen, az első. Zongorázni lehet rajta. A hangok azonnal intonálhatók, keresgélés nélkül, hiszen a szerkezetnek klaviraturája van mind akármelyik zongorának.*



A pitagorasz-i hangsortól a temperáltig minden skálára hangolható. A készülék működésének alapja: különböző elektromos rezgőkörök alkalmazása. E rezgőkörök megválasztása és méretezése által a legfőbb hangszer színe utánozható. Ezáltal a készülék univerzál hangszernek tekinthető. A klaviatúra mögötti ládában vannak az éneklők és erősítő lámpák. Ákom Lajos orgonaművész, tanár így nyilatkozott az új hangszeréről: Zseniális találmány, hogy az orgona sípjai helyett levegőrezgésekkel, elektromos úton szóltatja meg Nemes éter-orgonája a hangokat.



Éterorgona

- **Beszélőgépek**

Nemes Tihamér behatóan tanulmányozta Kempelen Farkas beszélőgépét is, és betűolvasó, beszédíró gépeket tervezett. Már 1930-ban találmányt nyújtott be a mozifilm hangsávjának automatikus leírására. Tovább kutatta az emberi szervezet és a gépi szerkezet közös vonásait, és 1935-ben el is készített egy továbbfejlesztett beszédíró gépet. *Beszédírógép* című találmányát 1940. július 18-án jelentette be.

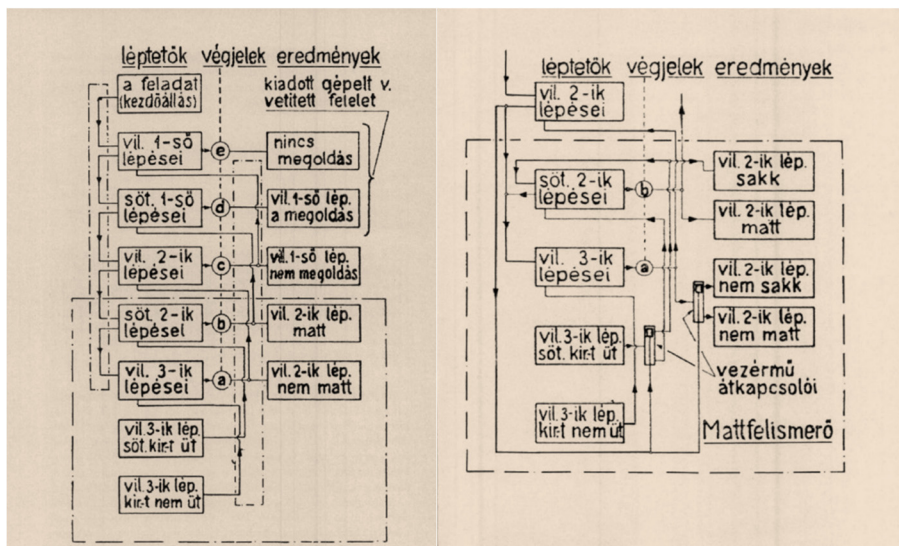
- **A járógép**

A természet útmutatása szerint a lábbal való járás az egyetlen mód, amely minden terepen bevált, s emellett munkája is az elképzelhető legkisebb, mert a lépdelés a talajt úgyszólván csak egyes pontokon érinti, a talajnehézségeket tehát nem legyőzi, hanem mellőzi. – vallotta Nemes Tihamér, aki megfigyelte, hogy az ismert járművek a terepakadályokat hernyótalpakkal küzdik le. A hernyótalpak viszont például mocsaras vagy elszórtan sziklás terepen, meredek hegyoldalakon nem alkalmasak.

1944. november 11-én bejelentette a *járogép* találmányát. Gépét lábakkal látta el, amelyek mozgását mozgásmásoló közbeiktatásával vezérelte. A mozgásmásolást az emberről végezte fényelektromos megoldásokkal. Találmánya jóval meghaladta a korát, gyakorlatilag napjaink *motion capture* (mocap) rendszerei is ezt teszik, például a színészekre szerelt optikai érzékelők vagy a Microsoft Kinect szenzorja is.

• **Sakkautomaták és logikai gépek**

A sakkozó gép című cikke a Rádió és Film Technikában jelent meg 1949 februárjában. Így írt a gépről: A sakkozógépek legegyszerűbbje a kétlépéses sakk feladvány-megfejtőgép. Miután a mattig vezető kombinációk száma itt nem túl nagy, a működés egyszerűen abból áll, hogy a gép az összes lehetséges lépéseket (variánsokat) megcsinálja, lejegyezi és kiválasztja a mattot adó változatot.



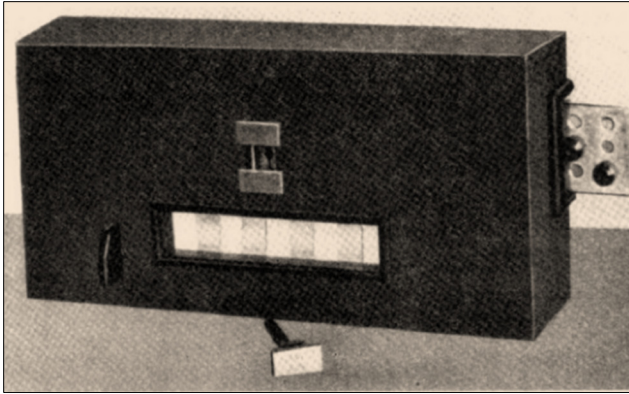
A kétlépéses sakkozó gép algoritmus

Papírlapon, lyukasztással lehetett bevinni a bábuk állását a saktáblán, majd az olvasófej a televízió működéséhez hasonlóan soronkénti fény-letapogatással ismerte fel ezeket. A „leprogramozott” algoritmus pedig megoldotta a feladatot, megkereste azokat a variánsokat, amelyek matthoz vezettek. Ebben is megelőzte korát, a mai modern sakkozó gépek elődjét alkotta meg. A teljes sakkjátszmát játszó gépről, viszont ez volt a véleménye: *Ez azonban oly bízhatatlan mennyiségű variánst termelne, hogy tekintetbe véve is a monstre-számológépek emlékezetkapacitását, semmi reményünk arra, hogy ily módon szerkesszük meg.*

A sakkelvadászokat diofantoszi egyenletekkel oldotta meg. Leírta a kétlépéses sakkelvadász-megoldás logikai egyenletét, majd a feladványmegoldó gép tömbvázlatát is ismertetette tanulmányában. Kitért a gép részleteire is, és kapcsolási rajz mélységéig kidolgozta az egységek elektronikus áramkörét.



Habár a mai értelemben vett genetikus algoritmusokat 1975-ben John Holland és munkatársai fejlesztették ki, Nemes Tihamér már az *Acta Technica* 1953. évi füzetében közölt egy ehhez hasonló cikket *Genetikai logikai gép besorolási és okozati összefüggések felismerésére* címen, angol nyelven. Tanulmányában az 1945-ben, teljesen mechanikai alapon tervezett gépét ismerteti.



Genetikus logikai gép

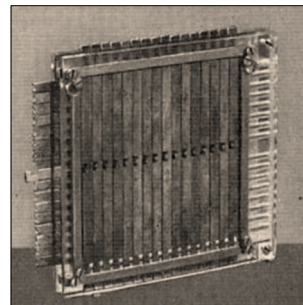
Ez a gép a megadott jelkombinációkban felismeri az „összes”, az „egyes” és az „egy sem” összefüggéseket.

A gépnek az volt a különlegessége, hogy fordított lyukkártyán vitte be az adatokat. Ez egy minden pozícióban előre lyukasztott kártya volt, amelyet azokon a helyeken, ahol nem volt szükség a lyukakra, be kellett tölteni. Ez a lyukkártya egy igazán eredeti ötlet volt, hozzá hasonló nemigen található.

Két, fából készített gépet is megkonstruált.

A *logikai pianó* egyszerű, farudakból összeállított készülék volt, tulajdonképpen a Jevons-féle logikai piano másolata. A feladatot billentyűzéssel kellett közölni, a szerkezet madzaggal volt működésbe hozható, és az eredmény a gép előlapján volt leolvasható.

A *zseblogikai-gép* vagy *logikai logarléc* 120×115×13 mm méretű volt (a tenyerben is jól elfért), négy változóra alkalmas, a pianóhoz hasonló feladatok megoldására készített eszköz volt.



Fából készült logikai gép

• *Más érdekes találmányai*

Szintén 1930-ban készített el egy olyan búvárfelszerelést, amely kiválasztja a vízből az oldott oxigént, s akárcsak a halak kopolytúja, friss levegőt szolgáltat a búvárnak.

Üvegszemmel, fogaskerekekkel, rézcsövekkel egy olyan „villamos kutyát” készített, amely mindig a fény felé fordul, *úgy követi fejével a fényforrást, mint hű kutya a gazdáját.* – olvashatjuk a *Magyarország* 1930. április 17-i számában.

A hőtechnika területen első találmánya a hőszivattyú volt, amelynek jelentőségét csak később ismerték fel. Jóval megelőzte korát.

Nemes Tihamér munkásságának jelentősége és mai megítélése

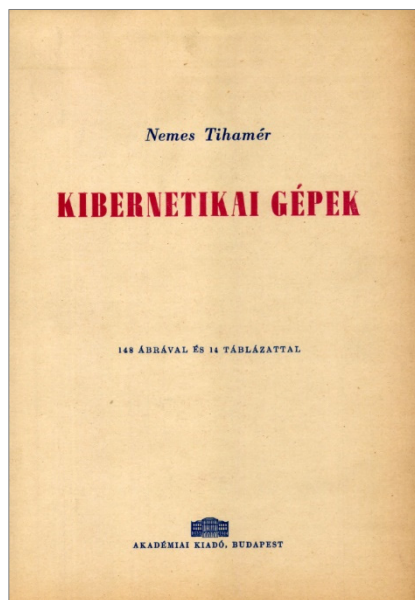
Sajnos Nemes Tihamér túl korán, az elektronika korát megelőzően született, így kortársainak többsége sohasem értette meg. Azt hiszem, hogy nagyon sok ötlete sokkal nagyobb sikert aratott volna, ha azokat néhány évvel később találja fel, amikor a technika fejlődése már utolérte volna invenciókkal teli gondolatainak szárnyalását. – írta dr. Kovács Győző a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság lapjában.

S valóban, Nemes Tihamér már akkor kibernetikával foglalkozott, amikor a szó még ki sem volt találva, amikor az alaptörvényei még le sem voltak fektetve.

Kibernetikai gépek című könyvében külön fejezetet szentelt a számítógépeknek, ezzel is a 21. századba repítette munkásságát.

Munkáit elemezve, joggal nevezhetjük Nemes Tihamért mind a kibernetika, mind a magyar számítástechnika jeles úttörőjének.

Számunkra, erdélyi informatikus oktatók, diákok számára Nemes Tihamér neve mindenképp egybecseng a Neumann János Számítógép-tudományi Társa-



Kibernetikai gépek



ság és az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság által szervezett Nemes Tihamér Nemzetközi Informatikai Tanulmányi Verseny nevével.

A verseny története Magyarországon az 1984/85-ös tanévben kezdődött. Már az első alkalommal az ország csaknem 100 középiskolájából kb. 1000 diák nevezett be a versenyre.

Erdély az 1991/92-es tanévtől kezdődően kapcsolódott be a versenybe.

A helyi/megyei fordulókön összesen 699 iskolából 24 406 tanuló vett részt a 33 év során, így elmondhatjuk, hogy a verseny nagy népszerűségnek örvend.

384 iskolából 1588 diák vett részt az erdélyi regionális döntőn, valamint 483 tanuló a budapesti nemzetközi döntőn.

A versenynek köszönhetően 20 erdélyi diák vett részt a különböző olimpiai válogatókon, két diáklány pedig három alkalommal vett részt az EGOI diák-olimpián, a legmagasabb megszerzett díj az olimpiai ezüstérem volt 2021-ben.

Örvendetes, hogy az erdélyi magyar tanulókat ilyen szinten is érdeklí az informatika, a programozás, és nemzetközi szinten is igen szép eredményeket érnek el!

A verseny méltó emléket állít Nemes Tihamérnak, a feltaláló zseninek, aki számítástechnika, kibernetika terén messze megelőzte korát.

Könyvészet

- Bödök Zsigmond: *Magyar feltalálók a távközlés történetében*, Nap Kiadó, Dunaszerdahely, 2005.
- Falus László: *Nemes Tihamér munkássága és élete*, Nap Kiadó, Dunaszerdahely, 2001.
- Kenyeres Ágnes főszerkesztő: *Magyar életrajzi lexikon*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1967.
- Kiss E. János: *Budapest Székesfővárosi IV. kerületi (belvárosi) községi főreáliskola értesítője*, Budapest, 1905, 1906, 1907, 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913.
- Nemes Tihamér: *Kibernetikai gépek*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1962.

Kovács Lehel István

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar

e-mail: klehel@ms.sapientia.ro



Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT)

Kolozsvár, 1989. december 21. sugárút 116. sz.

Telefon: 40-744-783237, E-mail: emt@emt.ro;

Weboldal: <http://www.emt.ro>

